

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2000年12月21日 (21.12.2000)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 00/77163 A1

(51) 国際特許分類: C12M 1/42, 1/34, G01N 27/26 (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/03789

(22) 国際出願日: 2000年6月12日 (12.06.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および

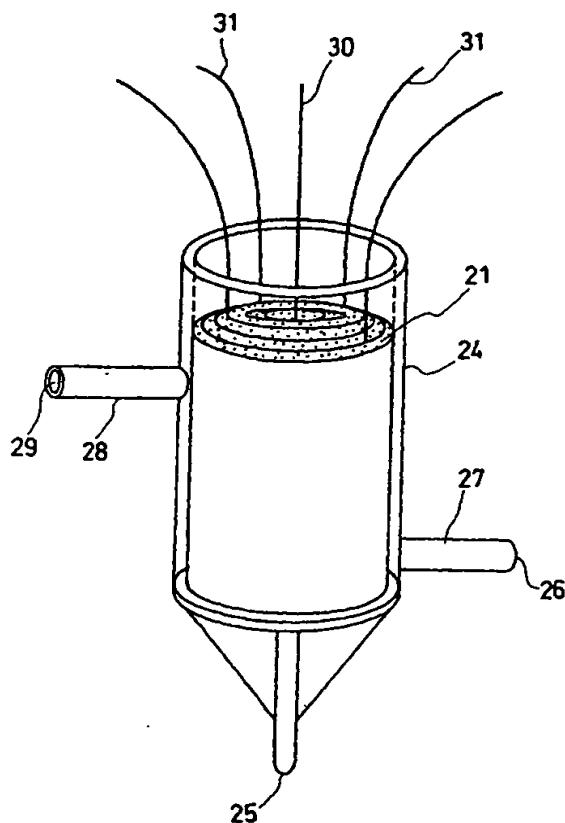
(26) 国際公開の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 富岡敏一 (TOMIOKA, Toshikazu) [JP/JP]; 〒567-0851 大阪府茨木市真砂1-13-25 Osaka (JP). 龍治 彰 (RYOJI, Akira) [JP/JP]; 〒538-0052 大阪府大阪市鶴見区横堤4丁目20番 10-1505号 Osaka (JP). 小野友愛 (ONO, Tomoe) [JP/JP]; 〒559-0003 大阪府大阪市住之江区安立1丁目5-3 Osaka (JP). 吉田博昭 (YOSHIDA, Hiroaki) [JP/JP]; 〒546-0044 大阪府大阪市東住吉区北田辺2-2-22-601 Osaka (JP).

(30) 優先権データ:  
特願平11/163518 1999年6月10日 (10.06.1999) JP  
特願平11/193255 1999年7月7日 (07.07.1999) JP  
特願平11/204148 1999年7月19日 (19.07.1999) JP  
特願平11/261097 1999年9月14日 (14.09.1999) JP  
特願2000/150960 2000年5月23日 (23.05.2000) JP

[続葉有]

(54) Title: ELECTROCHEMICAL DEVICE FOR MOVING PARTICLES COVERED WITH PROTEIN

(54) 発明の名称: タンパク質被覆粒子移動用電気化学装置



(57) Abstract: An electrochemical device for moving particles covered with a protein, characterized in that it has at least  $n$  pieces ( $n \geq 2$ ) of electrodes contacting with a liquid containing particles covered with a protein and a circuit generating a potential difference between the above electrodes in a range such that it does not cause the electrolysis of the liquid, and thereby has an ability to move the above particles to the direction toward the above electrodes. The electrochemical device can move particles covered with a protein with a simple and easy procedure, and thus can be applied for an apparatus for increasing or decreasing a microbe concentration in a test liquid, a method or an apparatus for attracting a blood component which can remove a microbe from a blood sample by a physical procedure, and an electrical apparatus which can deduce a microbe concentration on the surface of a heat exchanger.

WO 00/77163 A1

[続葉有]



(74) 代理人: 石井和郎 (ISHII, Kazuo); 〒541-0041 大阪府  
大阪市中央区北浜2丁目3番6号 北浜山本ビル Osaka  
(JP).

添付公開類:  
— 國際調査報告

(81) 指定国(国内): CN, KR, SG, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイド」を参照。

---

(57) 要約:

本明細書は、タンパク質で被覆された粒子を含む液体に接する少なくともn (n ≥ 2) 個の電極、および前記液体が電気分解しない範囲の電位差を前記各電極間に生じさせる回路を具備し、前記粒子を電気泳動により前記電極の並ぶ方向に移動させることを特徴とするタンパク質被覆粒子移動用電気化学装置を開示する。本発明は、タンパク質被覆粒子を簡易な方法で移動させることができるために、微生物を含む被検液中の微生物濃度を濃縮することができる微生物濃度濃縮装置および除菌装置、血液試料からの血液成分の分離および/または血液試料からの微生物の除去を物理的に行うことのできる血液成分誘引装置および血液成分誘引方法、ならびに熱交換器表面の微生物濃度を低下させることができる電気機器に応用することができる。

## 明細書

## タンパク質被覆粒子移動用電気化学装置

## 技術分野

本発明は、微生物および血球成分などのタンパク質で被覆された粒子を移動させる電気化学装置に関する。

## 背景技術

従来から、微生物の検出に関して多くの改良がなされてきた。その最大の改良は検出感度の向上である。しかし、微生物による人への被害が認められる濃度と検出感度の間にはまだ開きがあり、検出感度のさらなる向上が求められている。これに対し、例えば検体溶液中の微生物濃度を濃縮することによって検出感度を向上させる方法が検討されてきた。このような方法のなかで最も広く行われる方法は、濾過と再分散により微生物濃度を濃縮する方法である。

しかし、濾材に吸着されて再分散時に再抽出されない微生物があり、このような微生物を定量化しにくいという問題があった。また、前記技術分野においては、定量性が良く、微生物の増殖時間に比べて短時間に、簡単な作業で安価に微生物濃度を濃縮する技術が望まれていた。さらに、濃縮の際に使用した材料などの廃棄処理についても、安価かつ容易で、廃棄時に環境を汚染しにくい材料が望まれていた。

また、従来から、血液試料に含まれる微生物の除去（除菌）に関して多くの改良がなされており、一般的に、この除菌には薬剤を用いる殺菌という方法が採られてきた。

しかし、血液自体が栄養分を多く含む液であり、微生物の培地として

働き、殺菌する方法には種々の問題がある。例えば、殺菌速度には限界があり、薬剤を使用することから薬害が発生し得る。特に薬害については、各種細菌が殺菌剤に対して耐性を獲得すると、血液を介して院内感染などを誘発することがあり、さらに新しい殺菌剤の開発が必要となる。つまり、殺菌剤の開発が、細菌の耐殺菌剤性の獲得との競争を繰り返さざるを得なくなり、今日の社会問題に発展しているのである。

そこで、化学的に細菌を除去する殺菌剤を日常的に用いることを控え、殺菌剤はあくまでも最後の手段として用いるべく、簡便な物理的除菌方法が望まれている。さらに、除菌の際に使用した材料などについても、安価でかつ容易に廃棄処理することができ、廃棄時に環境を汚染しにくいものが望まれていた。

さらに、例えば空調機などの電気機器については、室内に吹き出す空気中に含まれる微生物について検討が多くなされてきた。例えば、空調機の空気流路にフィルターを設け、空気中に含まれる微生物を捕集し、さらにフィルター表面に抗菌剤を配置し、捕集した微生物の活動を抑止するなどの考案が提案、実施されている。

しかし、空气中には、微生物と共に生物から蒸散する無機成分および有機成分、ならびに浮遊する有機成分が存在し、これらが微生物の栄養源となる可能性がある。すなわち、空気中の汗、炭酸ガス、アンモニア成分などの窒素化合物は、空調機内部に入ると、結露した熱交換器表面で結露水に取り込まれる。一方、浮遊微生物も同様の方法で熱交換器表面に付着する。熱交換器は、周囲環境の温度で作動停止を繰り返すよう制御されているため、湿潤と乾燥を繰り返す。また、空調機が一日のサイクルで運転と停止を繰り返すうちに、上記付着した微生物は、取り込まれた栄養源で増殖する可能性がある。さらに、増殖した微生物は、熱交換器の乾燥状態が続ければ、熱交換器表面への馴染み性が低くなつて

再び空气中に飛散する可能性がある。

また、冷蔵庫も空調機と同様にその内部に熱交換器を有し、内部に収容される食品から飛散した微生物が熱交換器の表面に付着する。そして、熱交換器表面の解凍サイクル時の温度などによって微生物が繁殖し、冷蔵庫内を再び汚染する可能性がある。そこで、熱交換器表面の微生物を低減させ、その清潔性を保つことが要求されている。

以上のように、従来から、微生物および血球成分などのタンパク質で被覆された粒子の存在は、被検溶液の濃縮、血液成分の調整および空調機からの除菌などにとって重要なファクターである。

したがって、本発明は、このような粒子を簡易な方法で移動させるとのできる電気化学装置を提供することを目的とする。

より具体的には、本発明は、微生物を含む被検液中の微生物濃度を濃縮することのできる微生物濃度濃縮装置および除菌装置、血液試料からの血液成分の分離および／または血液試料からの微生物の除去を物理的に行うことのできる血液成分誘引装置および血液成分誘引方法、ならびに熱交換器表面の微生物濃度を低下させることができる電気機器を提供することを目的とする。

## 発明の開示

本発明は、タンパク質で被覆された粒子を含む液体に接する少なくとも  $n$  ( $n \geq 2$ ) 個の電極、および前記液体が電気分解しない範囲の電位差を前記各電極間に生じさせる回路を具備し、前記粒子を電気泳動により前記電極の並ぶ方向に移動させることを特徴とするタンパク質被覆粒子移動用電気化学装置に関する。

この電気化学装置においては、前記回路が、前記液体が電気分解しない範囲の電圧を前記  $n$  個の電極に順次一定の方向に掃引印加する回路で

あり、前記粒子を電気泳動により前記方向に移動させるのが有効である。

また、前記タンパク質で被覆された粒子が微生物および／または血球成分であり、微生物および／または血球成分濃度を濃縮した液体を得るのが有効である。

また、前記液体が前記電極間を流れる構造を有し、各電極への電圧印加方向と前記液体の流れる方向が垂直であるのが有効である。

また、前記電極が渦巻き型電極であり、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心点に向かうように、前記電極が配置されているのが有効である。

また、前記電極がらせん型電極であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極が配置されているのが有効である。

また、前記電極がシート状多孔質電極であり、前記電極とシート状多孔質スペーサの積層体を、前記電極およびスペーサーの順になるように  $n$  ( $n \geq 3$ ) 個積層して捲回して得られる捲回型電極を具備するのが有効である。

さらに、前記電気化学装置においては、前記  $n$  個の電極が互いに異なる酸化還元電位を有し、前記回路が前記  $n$  個の電極間を短絡させる回路であり、前記粒子を電気泳動により前記電極の並ぶ方向に移動させることが有効である。

この場合、前記タンパク質で被覆された粒子が微生物および／または血球成分であり、微生物および／または血球成分濃度を濃縮した液体を得るのが有効である。

また、酸化還元電位の高い電極付近に前記液体の導入部および排出部を有し、さらに酸化還元電位の低い電極付近に微生物排出部および／または微生物吸着部を有するのが有効である。

また、前記電極間の間隙に、前記液体が移動することのできる電気絶縁性構造体を有するのが有効である。

また、酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、前記間隙に前記液体を流入させることのできる構造を有するのが有効である。

また、前記構造が、多孔体状、メッシュ状またはブラシ状であるのが有効である。

また、酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、前記液体に含まれる微生物および／または血球成分を透過し得る膜状であり、前記電気絶縁性構造体の表面に積層されているのが有効である。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の微生物濃度濃縮装置の構成を示す模式図である。

図2は、本発明の微生物濃度濃縮装置において、回路が各電極に掃引印加する方法を示す図である。

図3は、渦巻き型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。

図4は、図3に示す渦巻き型電極を配置した平面状基材を複数個積層してなる本発明の微生物濃度濃縮装置の一部切り欠き概略斜視図である。

図5は、らせん型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。

図6は、シート状多孔質電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。

図7は、捲回型電極を用いた本発明の除菌装置の構成を示す概略図である。

図8は、図7に示す除菌装置における捲回型電極の一部切り欠き概略斜視図である。

図9は、本発明の箱形除菌装置の概略斜視図である。

図10は、本発明の空調機内部の熱交換器部分の概略斜視図である。

図11は、本発明の実施例8において作製した微生物濃度濃縮セルの構造を示す模式図である。

図12は、本発明の実施例8において作製した微生物濃度濃縮装置の構造を示す模式図である。

図13は、本発明の血液成分誘引装置の一実施例に係る救急紺創膏の構成図である。

図14は、本発明の血液成分誘引装置の一実施例に係る生理用ナプキンの構成図である。

図15は、本発明の空調機内部の熱交換器部分の概略斜視図である。

### 発明を実施するための最良の形態

本発明者らは、微生物および血球成分などのタンパク質で被覆された粒子が、そのタンパク質に起因して一定の電荷を有することに着目し、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、タンパク質で被覆された粒子を含む液体に接する少なくとも $n$  ( $n \geq 2$ ) 個の電極、および前記液体が電気分解しない範囲の電位差を前記各電極間に生じさせる回路を具備し、前記粒子を電気泳動により移動させることを特徴とするタンパク質被覆粒子移動用電気化学装置に関する。

前記タンパク質で被覆された粒子は、分散液または懸濁液など、どのような状態で前記液体に含まれていてもよい。そして、前記粒子としては、微生物および／または血球成分などがあげられる。したがって、前記液体には、その他に溶媒や電解質などが含まれていてよい。

この電気化学装置を熱交換器を備える電気機器に応用する場合、本発明は、熱交換器と間隙を挟んで対向し、かつ前記熱交換器から流出され

る結露水中に前記熱交換器の表面とともに前記結露水に接する位置に設置された対向部材を有し、前記熱交換器と前記対向部材間に存在する微生物を前記対向部材の方向へ移動させることを特徴とする熱交換器を備えた電気機器を提供する。

本発明の電気化学装置は、さらに種々の装置に応用することができる。特に、電極の種類および回路の構成を変更することにより、主として2種類の機構によって作動する電気化学装置を得ることができる。

具体的には、本発明は、同じ酸化還元電位を有する複数の電極、および複数の電極に電圧を掃引印加できる回路を用いる第1の電気化学装置、ならびに異なる酸化還元電位を有する複数の電極、および前記複数の電極を短絡させる回路を用いる第2の電気化学装置を提供する。特に、本発明者らは、第2の電気化学装置においては、積極的に電圧を印加しなくとも酸化還元電位の異なる複数の電極を用いれば、単にこれらの電極間を短絡させることにより、前記粒子を移動させ得ることを見出した。

さらに具体的には、本発明は、前記粒子および液体の種類、液体の電極の個数および種類、ならびに回路の構成などを適宜変更することにより、種々の機能および形態などを有する微生物濃度濃縮装置、除菌装置および血液成分誘引装置として用いることができる。

以下に、上記第1の電気化学装置および第2の電気化学装置について説明する。

### （1）第1の電気化学装置について

#### ①微生物濃度濃縮装置

本発明は、微生物を含む被検液に接する少なくとも $n$  ( $n \geq 3$ ) 個の電極、前記電極を配置した基材、および前記被検液が電気分解しない範囲の電圧を前記各電極に順次一定の方向に掃引印加する回路を具備し、

前記被検液中の微生物を電気泳動により移動させ、微生物濃度の高い被検液とする微生物濃度濃縮装置を提供する。

この微生物濃度濃縮装置においては、前記電極が渦巻き型電極であり、かつ前記基材が平面状基材であり、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心点に向かうように、前記電極を前記平面部分上に配置するのが有効である。

また、前記電極がらせん型電極であり、かつ前記基材が柱状基材であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極を前記柱状部分の側面に配置するのが有効である。

また、前記電極がシート状多孔質電極であり、かつ前記基材がシート状多孔質スペーサであり、各積層体の電極端部が重ならず前記電極およびスペーサの順になるように、前記電極とスペーサとの積層体を  $n$  ( $n \geq 3$ ) 個積層し、捲回するのが有効である。

また、前記回路が、前記  $n$  個の電極の第 1 の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加し、第 2 の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に前記第 1 の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加し、· · · · · 第  $n$  の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に第  $(n - 1)$  ~ 1 の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加し、さらに前記第 1 の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に第  $n - 2$  の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加する掃引印加を行い、微生物を第 1 の電極から第  $n$  の電極に向けて泳動させるのが有効である。

また、前記回路が、泳動する微生物距離に換算して  $100 \mu\text{m}/\text{sec}$  以下の速度で、前記電極に電圧を掃引印加するのが有効である。

前記電極を配置した基材を複数個設けてもよい。さらに、前記各電極が対電極を構成していてもよい。

上述の微生物濃度濃縮装置は、微生物を含む被検液に接する少なくと

も  $n$  ( $n \geq 3$ ) 個の電極、前記電極を配置した基材、および前記被検液が電気分解しない範囲の電圧を前記各電極に順次一定の方向に掃引印加する回路を具備し、前記被検液中の微生物を前記基材上を移動させ、微生物濃度の高い被検液を得ることができるものである。

この微生物濃度濃縮装置は、被検液中の微生物の濃度を検出するため用いられるものであり、微生物濃度測定システムの一部に用いられる。ここで、図 1 に、本発明の微生物濃度濃縮装置の構成を概念的に示す模式図を示す。図 1 に示すように、本発明の微生物濃度濃縮装置は、被検液部、濃縮被検液部および微生物濃度濃縮部の被検液系、ならびに微生物濃度濃縮部の電極に電圧を掃引印加する回路部からなる。

電極の数としては 3 つ以上であれば特に制限はない。以下に、電極の数が 3 個の場合に代表させて、本発明の微生物濃度濃縮装置の動作原理について説明する。

まず、前記のような構成にしたがって配置された電極に、被検液、特に被検液に含まれる電解質が電気分解しない程度の電圧を印加する。この電気分解しない程度の電圧は、電極、微生物を含む溶媒、電解質および培地などに応じて決定すればよい。

このような電圧をかけることにより、被検液を電気分解により劣化させることなく、負の電荷を帯びた微生物を電気泳動により移動させることができる。すなわち、電極の一方を負、他方を正とすることにより、負の部分から正の部分に向けて微生物を泳動させることができる。その結果として微生物濃度が濃縮された被検液を得ることができる。

各電極への電圧の印加の方法についてさらに詳しく説明する。電圧の印加は、各電極に沿って微生物を一定の方向に泳動させるために、一定のインターバルをおいて順に行うのが好ましい。したがって、パルス状の電位をかけるのが好ましい。図 2 は、本発明の微生物濃度濃縮装置に

において、回路が各電極に電圧を掃引印加する方法を示す図である。

電極は、微生物を泳動させる方向にそれぞれ順に第1の電極、第2の電極、第3の電極とし、第1の電極、第2の電極、第3の電極の順に印加し、その後再び第1の電極に電圧を印加し、順次第2の電極、第3の電極と繰り返されるものである。

ひとつの電極に印加してからつぎの電極に印加するまでの時間、すなわち掃引速度は、電極の間隔、電極の太さなどにより異なるが、実質的には泳動する微生物の速度より低くする必要がある。本発明者は、実験の結果、本発明の微生物濃縮装置において泳動される微生物の速さは  $100 \mu\text{m/sec}$  以下であることから、印加掃引速度を実質的に  $100 \mu\text{m/sec}$  以下とすることにより、目的とする微生物を良好な回収率で泳動させることができることを見出した。

また、濃縮の対象である被検液が含む微生物は、電圧をかけると電気泳動により移動し得るものである。例えば大腸菌、黄色ブドウ球菌などがあげられる。

さらに、電極を構成する材料としては、従来から用いられるものであってよく、例えばアルミ箔、銅箔、銅メッシュ、スポンジメタル、炭素繊維、カーボンメッシュなどがあげられる。

また、基材を構成する材料としては、例えばガラス板、ガラス製マット、ポリプロピレン不織布、ポリエステル不織布などの絶縁性材料を用いることができる。

以下に、実施例を用いて本発明の第1の電気化学装置に係る微生物濃度濃縮装置をより具体的に説明するが、本発明はこれらのみに限定されるものではない。

## 実施例 1

図3は、渦巻き型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。ここでは、3つの電極を用いている。この実施例においては、前記電極が渦巻き型電極であり、かつ前記基材が平面状基材である。そして、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心に向かうように、前記電極が前記平面状基材上に配置されている。

図3に示すように、例えばガラス板などの絶縁性材料からなる基材1に、渦巻き型の電極2、3および4が配置されている。この基材は、微生物が通過できる多孔質材料で構成されていてもよい。また、渦巻き型電極が配置され得る平面部分を有していればよく、その形状としては、円形状であっても方形形状であっても構わない。

各電極の外側の端部2a、3aおよび4aから内側の端部2b、3bおよび4bまで、互いに重ならないように配置されている。すなわち、各電極は、基材1の外周の一端に電極取り出し口となる端部2a、3aおよび4aが設けられた構造で、互いに接触することなく配置されている。そして、各電極は同じ中心（ここでは微生物出口5）に向かって伸びている。なお、電極は、同一平面上になくても対極する位置に立体的に配置することも可能である。

例えば、平面状基材上の渦巻き型電極が空間を挟んで互いに向き合うように、前記渦巻き型電極を設けた平面状基材を2枚配置し、その空間において被検液の微生物濃度を濃縮させることもできる。すなわち、前記電極は対電極を構成してもよい。

この微生物濃度濃縮装置の動作原理は、前述のとおりであり、各電極に順に電圧を印加する前記掃引速度を制御することにより、渦巻き型電極の外周部分から渦巻き型電極の中心へ微生物を移動させることができる。これにより、被検液中の微生物のみを微生物出口5に移動させるこ

とができ、その結果として微生物濃度が濃縮された被検液を得ることができる。

なお、渦巻き型電極の中心部に、微生物出口 5 を設けることで、渦巻き型電極の外周と内周の比、すなわち外周および内周の直径の比に等しい濃縮率が理論上得られる。

また、本発明者は、鋭意検討の結果、この実施例 1 に示す微生物濃縮装置は、例えば以下の条件で作動させるのが好ましいことを見出した。

印加電圧	0.7 V／電極間
電極間距離	86 μm (最大 100 μm)
菌移動距離	20 μm / sec
菌移動方向	陽極の方向 (電圧印加時)
電極材料	アルミ箔、銅箔
基材	ガラス板

さらに優れた微生物濃縮効果を得るため、図 4 に示すような実施例も考えられる。図 4 は、図 3 に示す渦巻き型電極を配置した平面上基材を複数個積層してなる本発明の微生物濃度濃縮装置の一部切り欠き概略斜視図である。

図 4 に示す実施例においては、図 3 に示す渦巻き型電極を配置した平面状基材を複数個積層し、中心の微生物出口 5 に電極となる中空芯材 5' を設けている。そして、外周を筒体 6 で覆う。そして、この中空芯材 5' に溝または孔 (図示せず。) などを設けて、電気泳動により移動した微生物を、例えば芯材 5' の下部に設けた容器 (図示せず。) に回収してもよい。

また、被検液を導入するために、例えば筒体 6 のさらに外側に鞘状体を設置し、筒体 6 に内部に通ずる孔などを設け、被検液導入部を構成し

てもよい。筒体 6 と分離した被検液導入装置を別途設けてよい。

なお、この場合、微生物の集まる中空芯材 5' が正の電荷を帯び、筒体 6 が負の電荷を帯びるようにすればよい。

このような態様によれば、前述した微生物濃度測定システムにおいて、本発明の微生物濃度濃縮装置の効果をさらに向上させることができる。

## 実施例 2

図 5 は、らせん型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。この実施例に係る微生物濃度濃縮装置は、前記電極がらせん型電極であり、かつ前記基材が柱状基材であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極を前記柱状部分の側面に配置されている。

図 5 に示すように、3 本のらせん型電極 8、9 および 10 が、上側の端部 8a、9a および 10a から下側の端部（図示せず。）に向かって、互いに重なることなく円柱状の基材 7 の側面に配置されている。ここでは、柱状の基材として、円柱状の基材 7 を示したが、例えば角柱状などの基材であってもよい。また、中空であってもよい。

基材を構成する材料としては、前述の実施例 1 で示したものと同じでよい。例えば、基材の内部を微生物が通過できるように、前記基材を多孔質材料で構成し、中空としてもよい。

なお、らせん型電極は、同一平面上になくても同心円上に立体的に配置することも可能である。

例えば、径の異なる 2 つの中空円柱を基材として用い、小さい径の円柱状基材 A の外側面にらせん型電極を設ける。大きい径の円柱状基材 B には、その内側面にらせん型電極を設ける。そして、円柱状基材 A を円柱状基材 B の内部に設置して 2 つの基材の間に空間を形成し、この空簡

において被検液の微生物濃度の濃縮を行うことができる。このように、前記電極は対電極を構成していてもよい。

この微生物濃度濃縮装置においては、前述のように、電圧を印加する前記掃引速度を適宜制御することにより、柱状基材の一端から他端まで、らせん型電極に沿って微生物を移動させることができる。

また、柱状基材の一端に検体菌液導入部（図示せず。）を設け、また他端に微生物出口（図示せず。）を設けることで、効率のよい微生物濃縮を達成することができる。

さらに、具体的な作動条件については、前記実施例1と同じでよい。

### 実施例3

図6は、シート状多孔質電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。この実施例に係る微生物濃度濃縮装置は、前記電極がシート状多孔質電極であり、かつ前記基材がシート状多孔質スペーサである。そして、各積層体の電極端部が重ならず前記電極およびスペーサの順になるように、前記電極とスペーサとの積層体をn（n≥3）個積層し、得られた積層体が捲回されている。

シート状多孔質電極11、12および13はそれぞれ微生物が透過できる孔を多数有するものであり、電極間に設けられた微生物透過可能なシート状多孔質スペーサ14、15および16とともに積層、捲回されている。すなわち、各電極11、12および13は互いに接触せず、また、外周の一端に電極取り出し口11a、12aおよび13aが設けられている。

この実施例に係る微生物濃度濃縮装置の動作原理は、前述のとおりであり、前記電極に電圧を印加する前記掃引速度を適宜制御することにより、渦巻き状に現れているシート状電極の外周部分から中心部分へ微生

物を移動させることができる。

この場合、渦巻きの中心部分に、例えば微生物出口となる筒材（図示せず。）を設けることで、渦巻き外周と渦巻き内周の比、すなわち外周および内周の直径の比に等しい濃縮率が理論上得られる。

なお、この場合の、電極であるシート状多孔質電極を構成する材料としては、例えば銅メッシュ、スポンジメタル、カーボンメッシュなどがあげられる。また、基材であるシート状多孔質スペーサを構成する材料としては、例えばポリプロピレン不織布およびポリエステル不織布などがあげられる。

#### 実施例 4

上記実施例 3 に示した電極を配置した基材を複数作製し、それぞれの電極に設けた取り出し部 11a、12a および 13a を連結させ、電極を配置した基材を複数連結してなる微生物濃度濃縮装置を得ることもできる。

このような構造を採用することによって、処理する被検液の量を増加させることができあり、検体菌液における微生物濃度の濃縮効果をさらに向上させることができる。

本発明の微生物濃度濃縮装置によれば、微生物を含む被検液の濾過と再抽出により微生物濃度の濃縮を行っていた方法に比べ、少ない工程数で、簡易かつ短時間に、定量性よく安定して被検液中の微生物濃度の濃縮を行うことができる。

また、本発明の微生物濃度濃縮装置は、その構成材料を適宜選択することにより、使い捨て型および連続使用型のいずれにもすることができ、用途も広い。

さらに、例えば浄水管用および食品工業用の除菌装置としても利用で

きるという効果も併せもつ。

## ②除菌装置

つぎに、本発明は、微生物を含む被検液を装置内に流入させる流入口、前記流入口より正極付近に前記被検液を導く流入ガイド、流入した前記被検液に接し、かつ前記被検液が透過できる細孔を有する少なくとも $n$  ( $n \geq 3$ ) 個の電極、前記正極に対し前記 $n$ 個の電極を挟むように配置した負極、前記 $n$ 個の電極を通過した前記被検液を排出する排出口、排出する被検液の流れを導く流出ガイド、および前記被検液が電気分解しない範囲の電圧を前記 $n$ 個の電極に順次一定の方向に掃引印加する回路を具備する除菌装置も提供する。

この除菌装置においては、 $n$ 個の電極を、 $n$ 枚の網状電極を、被検液が透過できる細孔を有する絶縁層を各電極間に挟みながら捲回して得られる渦巻き型電極を用いる。電極への電圧印加方向と微生物を含む被検液の流れ方向が垂直に位置するのが有効である。

また、 $n$ 個の電極が、被検液が透過できる細孔を有する多孔質平板電極であり、電極間に被検液が透過できる細孔を有する絶縁層を各電極間に挟まれるよう積層して得られるユニットを繰り返し数回積層した構造体を用い、電極への電圧印加方向と微生物を含む処理菌液の流れ方向が垂直あるいは対抗するよう位置するのが有効である。

また、前記回路が、 $n$ 個の電極の第1番目の電極に対し負電圧を印加し、第2番目の電極に正電圧を印加し、第1番目および第2番目の電極以外の電極は電圧を印加しない無接続の状態に保ち、つぎのタイミングには、第2番目の電極に対し負電圧を印加し、第3番目の電極に正電圧を印加し、第2および第3の電極以外の電極は電圧を印加しない無接続の状態に保ち、さらにつぎのタイミングには、上記と同様に順次印加状

態を一つずつずらしながら掃引電圧印加するのが有効である。

また前記回路が掃引印加するタイミングとして、負電圧から正電圧印加に変わるまでの時間が、電極間距離／掃引タイミング時間（1周期の時間／n）に換算して  $100 \mu\text{m} / \text{sec}$  以下であるのが有効である。

また、前述のような電極構造を複数個配置してもよい。

### 実施例 5

捲回型電極を有する本発明の第1の電気化学装置に係る除菌装置について、捲回電極数が3枚の除菌装置の構成を示す概略図を図7に示す。また、図7に示す除菌装置における捲回型電極21の一部切り欠き概略斜視図を図8に示す。

まず、本実施例に係る除菌装置の製法について説明する。線径0.22mmの銅線からなる30メッシュの銅網を、幅10cm、長さ30cmに切断し、端部に処理を施し、かつ端部よりリード線を引き出す加工を施し、メッシュ状電極22を3枚作製した。

ついで、上記銅網より幅長さがそれぞれ1cm広い寸法の、30メッシュで厚み約300μmのポリエステルメッシュからなるメッシュ状絶縁層23を3枚作製した。

上記銅網と絶縁層を交互に積層し、約5mmの芯材（図示せず。）に巻きつけることで、約4cm直径の捲回構造物を得た。この捲回構造物の表面に、絶縁層に用いたものと同じポリエステルメッシュを捲回し、さらにその表面に上記電極に用いたものと同じ銅メッシュを巻きつけて捲回型電極21を得た。なお、この銅メッシュにも上記電極と同様のリード引き出し加工を施した。

この捲回型電極21を内径4.5cm程度の円筒状の除菌装置用容器24内に収納する。この容器24は、上記捲回型電極が丁度収納できる

寸法を有する。底部は平面状構造で、その中心部に洗い出し口25が設けられ、底部側面には処理後被検液排出口26が設けられている。また底部には、乱流を起こさずに被検液を排出できるように濾斗状の流出ガイド27を設置した。

流出ガイド27の上に、上記捲回型電極を載せるように配置し、その上に被検液の導入を円滑に行わせるため、濾斗状の流入ガイド28を設けた。流入ガイド28の側面に被検液流入口29を設け、流入口以下被検液の漏洩のない構造とした。

以上の構造が完成した後、芯材を抜き去るとともに、芯材の部分に洗い出し口25まで貫通するよう約0.5mmの銅線30を挿入した。この銅線30とともに各引き出しリード線31を、電気的に接触することの無いようにスリーブを付けながら、容器24の上部から引き出した。このようにして、除菌装置の本体部分を完成した。

つぎに、このように完成させた除菌装置の本体部分を駆動させる回路およびその動作原理を説明する。

この除菌装置の駆動に用いる回路は、リレー回路あるいは半導体回路であり、0.7Vの電圧を発生させる電源電極の正極側に接続する時間、負極に接続する時間、およびこの電源回路に接続しない時間を、この順序に順次繰り返すものである。

除菌装置は、被検液流入口から入った液から、被検液排出口で流出するまでの間で、除菌するものである。すなわち、被検液に接する少なくともn(n≥3)個の電極、これらの電極を挟むように配置された最外殻の正極と中心部の負極の一対の電極、および前記被検液が電気分解しない範囲の電圧を前記各電極に順次一定の方向に掃引印加する回路を具備し、前記被検液中の微生物を前記中心部の電極に移送し、微生物を洗い出し口から排出することができるものである。

この除菌装置は、被検液中の微生物を積層した電極に誘引し、電極に電圧を掃引印加することで、一方の電極付近から他極の電極付近に微生物を集め、最終的に微生物の動きを抑制した後、排出するものである。この間、本装置に供給される微生物を含む被検液は、除菌される。

本発明の構成例として、捲回する電極の数としては3枚の構造を例示したが、3つ以上であれば特に制限はない。以下に、構造例示として掲げた捲回電極の数が3枚の場合に代表させて説明する。

まず、前記のような構成にしたがって配置された電極に、被検液が電気分解しない程度の電圧を印加する。この電気分解しない程度の電圧は、電極と被検液に含まれる溶媒または電解質の種類および量で決定される。通常の生活関連に利用する水で、特別の塩分を含まない場合、1V以下であればよい。本実施例では、0.7Vを利用した。

このような電圧をかけることにより、被検液を電気分解により劣化させることなく、負の電荷を帯びた微生物を電気泳動により正電極側に移動させることができる。すなわち、電極の一方を負、他方を正とすることにより、負の部分から正の部分に向けて微生物を泳動させることができるのである。この電圧印加を、除菌装置容器内の外周側から内周側に向かって掃引させることで、該容器内の外周側の電極付近の微生物濃度を減少させることが可能となる。この操作を連続的に行い外周側の処理液を連続的に取り出すことで、微生物濃度を低減させた被検液を得ることができる。

また、内周側の電極付近に近づくにしたがって、被検液中の微生物濃度は高くなり、最内側の電極では多数の微生物が濃縮される。微生物は数回の移動を繰り返すうちに、その活動性が低下する。そして、濃縮された微生物は互いに接近して存在することになるため、その分裂増殖性も低下する。最内側の電極のもとには、洗い出し口25が設けられて

るため、上記集合した微生物は、連続的に排出される。

各電極への電圧の印加の方法についてさらに詳しく説明する。

電圧の印加は、各電極に沿って微生物を一定の方向に泳動させるために、一定のインターバルをおいて順に行うのが好ましい。したがって、パルス状の電位をかけるのが好ましい。

表1は、本実施例の捲回型電極を有する除菌装置中に配列する電極の一部分について、その電圧印加の状態、タイミングに対する被検液中の微生物の動きを示したものである。

電極は、微生物を泳動させる方向にそれぞれ順に第1電極、第2電極、第3電極とし、第1電極、第2電極、第3電極の順に印加し、その後再び第1電極（第4電極と表中に記す）に電圧を印加し、順次第2電極、第3電極と繰り返されるものである。

表1

電極	印 加 電 圧 極 性 - 微 生 物 泳 動 方 向			
第1電極	-	N C	+	-
	↓	·	·	↓
第2電極	+	-	N C	+
	·	↓	·	·
第3電極	N C	+	-	N C
	·	·	↓	·
第4電極	-	N C	+	-
	↓	·	·	↓

すなわち、第1電極には負電圧を印加し、第2電極には正電圧を印加し、第3電極は電源に接続しない状態にする。この場合微生物は正電圧

印加側に誘引されるため第1電極から第2電極に移動する。第4電極すなわち一周先の第1電極には負電圧が印加されるが第3電極は接続されていないため第2電極と第4電極の間で誘引現象を生じるが、電極間が離れているためその誘引移動はきわめて少ない。したがってこのタイミングでは、第1電極と第2電極間の微生物が、第1電極から第2電極へ移動する。

つぎのタイミングでは、第1電極は電源に接続せず、第2電極は負極に第3電極を正極に接続する。したがって第4電極すなわち一周先の第1電極は接続されない状態にする。上記と同じ原理で、第2電極と第3電極間にある微生物が、第2電極から第3電極に向かって移動する。

さらにそのつぎのタイミングでは、第1電極に正電圧を、第2電極は電源に接続しない状態に、第3電極は負極に、第4電極すなわち一周先の第1電極は正極に接続する状態にする。この場合も上記と同様な原理で、第3電極と第4電極の間で、第4電極に向かう微生物の移動を生じる。

これらを総合すると、上記3回のタイミングを順次掃引すれば、微生物は、第1電極から第4電極へと向かって移動することになる。これらの掃引を順次継続して行うことで、微生物は、最外殻の電極から最内殻の電極に向かって順次移動する。この操作を除菌装置容器内で行わせ、最外殻付近に処理しようとする液を流入させることで、液中の微生物を除去する。

電圧の印加は、各電極に沿って微生物を一定の方向に泳動させるために、一定のインターバルをおいて順に行うのが好ましい。したがって、パルス状の電位をかけるのが好ましい。

ひとつの電極に印加してからつぎの電極に印加するまでの時間、すなわち掃引速度は、電極の間隔、電極の太さ、処理菌液の流量など、およ

び処理液の温度、電解質の濃度など環境条件により異なるが、実質的には電場を印加した際の電極方向に泳動する微生物の速度より低くする必要がある。本発明者は、実験の結果、本発明の微生物濃縮装置において泳動される微生物の速さは  $100 \mu\text{m/sec}$  以下であることから、印加掃引速度を実質的に  $100 \mu\text{m/sec}$  以下とすることにより、目的とする微生物を一定電極方向に集め排出することで処理機菌液の除菌効率を向上できることを見出した。

また、除菌の対象である微生物は、電圧をかけると電気泳動により移動し得るものである。例えば大腸菌、黄色ブドウ球菌などがあげられる。

さらに、電極を構成する材料としては、従来から用いられるものであってよく、例えばアルミ箔、銅箔、銅メッシュ、スポンジメタル、炭素繊維、カーボンメッシュなどがあげられる。

また、絶縁層を構成する材料としては、例えばガラスウール、ポリプロピレンメッシュ、ポリエステルメッシュあるいはそれらの不織布などの絶縁性材料を用いることができる。

また、本発明者は、鋭意検討の結果、この実施の形態 1 に示す除菌装置は、例えば以下の条件で作動させるのが好ましいことを見出した。

印加電圧 0.7 V / 電極間

電極間距離  $200 \mu\text{m}$

菌移動距離  $20 \mu\text{m/sec}$

菌移動方向 陽極の方向（電圧印加時）

電極材料 銅メッシュ（約  $100 \mu\text{m}$  厚み）

絶縁層 ポリエステルメッシュ（約  $200 \mu\text{m}$  厚み）

## 実施例 6

本実施例においては、さらに箱形の除菌装置を形成するために積層型

電極を有する除菌装置を作製した。積層した電極の数が3組の箱形除菌装置の概略斜視図を図9に示す。

まず、本実施例に係る除菌装置の製法について説明する。線径0.22mmの銅線からなる30メッシュの銅網を、幅10cm、長さ10cmに切断し、端部の処理を施した。さらに端部からリード線を引き出して12枚のメッシュ電極(a、bおよびc)を準備した。

ついで、上記銅網より幅長さがそれぞれ1cm広い寸法の、30メッシュで厚み約300μmのポリエステルメッシュからなる絶縁層を13枚(a'、b'、c')を準備した。なお、図9においては、これらの枚数は省略してある。

まず上記絶縁層の1枚を準備し、その上の中心に上記銅網と絶縁層を銅網同士が絶縁状態を保てるよう交差に積層し、最後の絶縁層を積層する。一枚目の銅網のリード引き出し部と4枚目のリード引き出し部、7枚目のリード引き出し部、10枚目のリード引き出し部を接続する。同様にn枚目とn+3枚目のリード引き出し部を接続することで、4枚の銅網を接続した3組の電極を形成する。

この3組の電極を箱形の除菌容器に収納し、2枚目の銅網側の電極の上方に処理液流入口および液に乱流を生じさせないよう流入ガイド板を設ける。一方、処理液流入口の下方には処理液排出口およびガイド板を設けることで、除菌装置を構成する。

この装置への電極への電圧印加タイミングおよび動作原理は、実施例5と同様である。

同様に、電極を構成する材料としては、従来から用いられるものであってよく、例えばアルミ箔、銅箔、銅メッシュ、パンチングメタル、スポンジメタル、炭素繊維、カーボンメッシュ、多孔質焼結金属などがあげられる。

また、絶縁層を構成する材料としては、例えばガラスウール、ポリプロピレンメッシュ、ポリエスチルメッシュあるいはそれらの不織布、多孔質セラミックなどの微生物透過性の絶縁性材料を用いることができる。

また、本発明者は、銳意検討の結果、この実施例5に示す除菌装置は、例えば以下の条件で作動させるのが好ましいことを見出した。

印加電圧	0.7 V／電極間
電極間距離	200 μm
菌移動距離	20 μm／sec
菌移動方向	陽極の方向（電圧印加時）
電極材料	銅メッシュ（約100 μm厚み）
絶縁層	ポリエスチルメッシュ（約200 μm厚み）

この実施例に係る除菌装置の動作原理は、前述のとおりであり、前記電極に電圧を印加する前記掃引速度を適宜制御することにより、渦巻き状に巻かれたシート状電極の外周部分から中心部分へ微生物を移動させることができる。

上記実施例5および6に示した電極を配置した容器を複数作製し、それぞれの電極に設けたリード引き出し部をそれぞれの対応するものを連結させ、電極を配置した容器を複数連結してなる除菌装置とすることもできる。

このような構造を採用することによって、処理量を増加させることができ、処理菌液における微生物除去効果をさらに向上させることができる。

本発明の除菌装置によれば、微生物を含む処理菌液の濾過により微生物濃度の低減を行っていた方法に比べ、少ない工程数で、簡易かつ短時間に、連続的に安定して処理菌液中の微生物濃度の低減を行うことができる。また、本発明の除菌装置は、その構成材料を適宜選択することに

より、使い捨て型および連続使用型のいずれにもすることができ、用途も広い。さらに、例えば浄水管用および食品工業用の除菌装置、生活環境中の循環水系からの微生物除去としても利用できるという効果も併せもつ。

### ③熱交換器を備えた電気機器

また、本発明は、熱交換器と間隙を挟んで対向し、かつ前記熱交換器から流出される結露水中に前記熱交換器の表面とともに前記結露水に接する位置に配置された電極体と、前記熱交換器と前記電極体との間に、前記熱交換器と前記対向部材間に存在する微生物を前記電極体方向へ移動させる電圧印加手段とを有することを特徴とする熱交換器を備えた電気機器を提供する。

この場合、電圧印加手段は少なくとも結露水が電気分解しない電圧を印加することが可能であるのが有効である。

前記電気機器においては、対向部材表面に微生物を吸着保持できる材料を有するのが有効であり、対向部材表面が微生物を吸着保持できる構造であるのが有効である。

また、対向部材表面に微生物を殺滅する材料または微生物の増殖を抑止する材料を有するのが有効であり、対向部材表面が微生物を殺滅する構造または微生物の増殖を抑止する構造であるのが有効である。さらに、対向部材が着脱容易で、清掃可能な構造であるのが有効である。

### 実施例 7

図10は、本発明の空調機内部の熱交換器部分の概略斜視図である。50 μmのアルミニウム線を開口率50%でメッシュ状に織った、金属体となるアルミニウムメッシュ32、チアベンゾイミダゾール（TB

Z)、第4アンモニウム塩、銀系抗菌剤などの抗黴剤および抗菌剤を表面処理した親水性かつ透水性の紙などからなる纖維の親水性不織布33、親水性不織布33をアルミニウムメッシュ32に固定させるためのポリプロピレン製の厚さ約100μmの不織布34を積層構成させた。この積層体を熱交換器の結露水が流れ落ちる熱交換器の放熱アルミフィン35の下部に設置する。アルミニウムメッシュ32は、電圧印加手段36により熱交換器アルミ放熱フィン35に対して0.7Vの正電圧を印加されている。

上記構成の空調機は、少なくともその一端が結露水受け皿（ドレンパン）に接し、ドレンパン内の結露水も電気的に熱交換器レベルに接続されている。ドレンパンから排出される結露水は、逆流を防ぐための水切りを行うことで、最終排水先の排水枠から電気的に絶縁されている。

この構成により、熱交換器表面の微生物は、アルミニウムメッシュ32表面に移動し、アルミニウムメッシュ32表面の親水性不織布33に吸着される。それと同時に、不織布33中に含まれる抗菌抗黴成分により、微生物の増殖が抑止される。

上記空調機内で微生物の除去された結露水は、ドレンパンに集合した後、排水枠に排出される。熱交換器（アルミニウム）表面から金属体（アルミニウム）表面に微生物の移動は生じるが、排水枠とドレンパンは水切りにより物理的にも電気的に絶縁されているため、微生物は排水枠からの移動は生じない。

さらに、本構成の空調機用装置は、空調機本体から着脱容易で、その中の親水性不織布33は、取り替え可能である。この親水性不織布33に処理された抗菌抗黴剤の有効性が低減し、かつ不織布内に吸着保持された微生物が増加したときには、この不織布33を新品に取り替えることで、効果を復元することが可能となる。

なお、以上の実施例では空調機について説明したが、その他にも車載用エアコン、冷蔵庫、製氷器、冷水器、保冷庫および自販機等などの熱交換器を備えた電気機器にも応用することができる。

本発明の熱交換器を備えた電気機器によれば、従来除去できなかった微生物を含む熱交換器表面の清潔性を向上でき、かつ電気化学的反応で発揮できる。そのため、電気機器停止時の微生物増殖も抑制でき、病院をはじめとする感染防止対策の一環として利用できる。したがって、本発明の工業的価値は大である。

## (2) 第2の電気化学装置について

### ①微生物濃度濃縮装置および微生物濃度濃縮方法

つぎに、本発明は、間隙を挟んで互いに対向して配置された酸化還元電位の異なる2種以上の電極（金属体）、および前記電極同士を短絡させる回路（短絡部）を具備する微生物濃度濃縮セルからなり、前記間隙に微生物を含む被検液を保持し、前記電極を短絡させて酸化還元電位の高い電極から酸化還元電位の低い電極に向けて微生物を移動させることにより、前記被検液の微生物濃度を濃縮する微生物濃度濃縮装置を提供する。

前記微生物濃度濃縮装置においては、前記セルが、酸化還元電位の高い電極付近の一端に前記被検液の導入部、他端に前記被検液の排出部を有し、さらに酸化還元電位の低い電極付近に微生物排出部および／または微生物吸着部を有するのが有効である。

また、前記間隙に、前記被検液が移動することのできる電気絶縁性構造体を配するのが有効である。

また、酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、前記間隙に前記被検液を流入させることのできる構造を有するのが有効である。

また、前記構造が、多孔体、メッシュまたはブラシの構造であるのが有効である。

また、酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が微生物透過可能な膜状であり、前記被検液が移動することのできる電気絶縁性構造体の表面に積層されているのが有効である。

また、前記微生物濃度濃縮セルを複数個有する微生物濃度濃縮装置も有効である。

さらに本発明は、(a) 間隙を挟んで酸化還元電位の異なる2種以上の電極を互いに対向させて配置する工程、(b) 前記間隙に微生物を含む被検液を導入する工程、(c) 前記電極を短絡させる工程、ならびに(d) 前記工程(b)および(c)により酸化還元電位の高い電極から酸化還元電位の低い電極の方に微生物を移動させることによって濃縮した被検液を回収する工程を含む微生物濃度濃縮方法をも提供する。

本発明者は、上記(1)に示すように、微生物を含む被検液に接する電極間に強制的に電圧を印加することにより、負極から正極に向けて微生物を泳動させ、前記被検液の濃度を濃縮することができることを見出した。すなわち、例えば大腸菌および黄色ブドウ球菌などの微生物は、その表面に電荷を有し、電場に応じて移動する。

ところが、さらに種々の金属からなる電極を用いて銳意実験を行ったところ、2種類の電極を用いれば、電極間に強制的に電圧を印加しなくても、単に両電極を短絡させるだけで微生物を移動させることができた。

そこで、本発明者は、前記の種類の異なる金属体が異なる酸化還元電位(イオン化傾向)を有することを見出し、このような酸化還元電位の違いに起因して、微生物を一方の金属体から他方の金属体の方向に移動することをつきとめた。具体的には、酸化還元電位の高い(イオン化傾向の小さい)金属体から酸化還元電位の低い(イオン化傾向の大きい)

金属体に向かって微生物が移動する。

すなわち、本発明に係る第2の電気化学装置は、このような検討の結果として得られた酸化還元電位に関する新たな知見に基づいて完成したものである。

本発明は、間隙を挟んで互いに対向して配置された酸化還元電位の異なる2種以上の電極、および前記電極同士を短絡させる短絡部を具備する微生物濃度セルからなり、前記間隙に前記被検液を保持し、前記電極を短絡させて酸化還元電位の高い電極から酸化還元電位の低い電極に向けて微生物を移動させることにより、前記被検液の微生物濃度を濃縮する微生物濃度濃縮装置に関する。

以下、理解の容易のため、前記セルが2種の電極を含む場合に代表させて、本発明について説明する。

2種の電極の組み合わせとしては、酸化還元電位の異なるものの組み合わせであればよいが、特に微生物の移動を確実にするという点から、酸化還元電位差が1.0V程度の組み合わせを用いるのが好ましい。

ここで、表2に、本発明の電極に用いることのできる金属体およびその酸化還元電位（水溶液中における標準電極電位E<sup>o</sup>（25℃））をいくつか例示する。

表 2

金属の種類	酸化還元電位(V)
A u	+ 1. 6 9
P t	+ 1. 1 9
A g	+ 0. 7 9 9
C u	+ 0. 3 3 7
P b	- 0. 1 2 6
N i	- 0. 2 5
S b	- 0. 2 6
C o	- 0. 2 7 7
W	- 0. 3 2
F e	- 0. 4 4 0
S n	- 0. 5 0
C r	- 0. 7 4 4
Z n	- 0. 7 6 3
V	- 1. 2 3
A l	- 1. 6 6
T i	- 1. 7 2
Z r	- 1. 9 5
M g	- 2. 2 7

表 2 に示す金属のなかでも、酸化還元電位差が大きいという点から、A u (+ 1. 6 9 V) と F e (- 0. 4 4 0 V) の組み合わせを用いるのが好ましい。また、安価で入手が容易であるという点から、C u (+ 0. 3 3 7 V) と Z n (- 0. 7 6 3 V) の組み合わせを用いるのが好

ましい。

このような金属体の構造および形状としては、特に制限はなく、例えば微生物透過可能な膜状、板状、棒状などがあげられる。また、金属焼結体であってもよく、蒸着またはスパッタリングで作製したものでもよい。

ただし、本発明においては、酸化還元電位の高い金属体から酸化還元電位の低い金属体のほうに微生物を移動（泳動）させることから、酸化還元電位の高い金属体の付近に微生物を含む被検液の導入部および排出部を設け、さらに、酸化還元電位の低い金属体付近に微生物排出部または吸着部（後述する。）を有するのが好ましい。

かかる観点から、酸化還元電位の最も低い金属体以外の金属体が、前記間隙に前記被検液を流入させることのできる構造であるのが好ましい。具体的には、例えばスponジメタルなどの多孔体、メッシュまたはブラシの構造とすることができる。

また、酸化還元電位の最も低い金属体以外の金属体を微生物透過可能な膜状とし、前記被検液が移動することのできる電気絶縁性構造体の表面に積層されていてもよい。

もちろん、酸化還元電位の低い金属体もこれらのような構造および形状を有していても構わない。

また、前記間隙には、前記被検液が移動することのできる電気絶縁性構造体を配するのが好ましい。これは、微生物の被検液を前記間隙に捕捉しやすくすることによって、微生物濃度の濃縮を効率よく行わせること、および微生物を含む被検液が外部に散乱することをできるかぎり防ぐことができるからである。

このような電気絶縁性構造体としては、例えば不織布、織布、連続発泡体、紙などがあげられる。また、この構造体を構成する材料としては、

ポリエチレンテレフタレートなどのポリエステル、ポリプロピレンなどの熱可塑性樹脂があげられる。

このような電気絶縁性構造体は、使用後には微生物を捕捉しているため、新しいものと取り替えられるようにしておくことができる。

つぎに、本発明の微生物濃度濃縮装置を構成する前記セルは、2種の金属体を電気的に短絡させる短絡部を有する。前記2種の金属体を短絡させることにより、酸化還元電位の異なる金属体間に電場が生じ、微生物を移動させることができる。

このような短絡部は、前記被検液を導入する前からあらかじめ短絡していてもよく、また前記被検液を導入してから短絡させることができるようにもよい。

前記短絡部は、短絡部と前記金属体とのあいだにおいて電位差により微生物の移動が起きないように、前記被検液と接触しないように構成するのが好ましい。例えば、前記各金属体からそれぞれの金属で構成されるリード線を導きだして接続すればよい。

また、前記セルにおいては、酸化還元電位の高いほうの金属体付近に存在する微生物を含む被検液中の微生物濃度が下がるため、その金属体近傍の一端に前記被検液を導入（流入）させる前記被検液導入部を設け、同金属体近傍の他端に微生物濃度の低減された被検液の排出部を設けるのが好ましい。

一方、酸化還元電位の低い金属体付近には、電場により微生物が移動して濃縮された前記被検液の排出部を設けるのが好ましい。

さらに、酸化還元電位の低い金属体付近には、微生物吸着部を設けるのが好ましい。この吸着部は、酸化還元電位の低い金属体に、例えばシリカゲルなどを層状に吸着させて形成することができる。

以上のように、ここでは、2種の金属体を用いる場合について説明し

たが、3種以上の金属体を用いる場合についても、同様の方法で微生物濃縮セルを作製することができる。

例えば、酸化還元電位の最も高い金属体、電気絶縁性構造体、2番目に酸化還元電位の高い金属体、電気絶縁性構造体、・・・・・・、酸化還元電位の最も低い金属体の順に積層させた構造をとることができる。

さらに、金属体の配置を適宜変更し、複数の金属体付近から微生物を含む被検液を導入し、別の複数の金属体付近から濃縮後の被検液を取り出すように設計することも可能である。

上述のように、本発明の微生物濃度濃縮装置は、基本的には、前述のような微生物濃度濃縮セルからなる。

したがって、本発明の微生物濃度濃縮装置は、前記微生物濃度濃縮セルを複数個有していてもよい。この場合、複数のセルを互いに機械的に連結し、各セルの短絡部を单一のスイッチで開閉できるようにしてよい。また、各セルの被検液導入部を連結して单一の導入部を構成してもよい。微生物濃度の低減された被検液の排出部、および微生物濃度の濃縮された被検液排出部についても同様である。

本発明は、前述した微生物濃度濃縮装置の原理を用いた微生物濃度濃縮方法にも関する。

具体的には、(a) 間隙を挟んで酸化還元電位の異なる2種以上の金属体を互いに対向させて配置する工程、(b) 前記間隙に微生物を含む被検液を導入する工程、(c) 前記金属体を短絡させる工程、ならびに(d) 前記工程(b)および(c)により酸化還元電位の高い金属体から酸化還元電位の低い金属体の方に微生物が移動することによって濃縮した前記被検液を回収する工程を含む微生物濃度濃縮方法に関する。

これらの工程は、前述した本発明の微生物濃度濃縮装置の説明にしたがって行えばよいが、工程(a)、工程(b)および工程(c)の順番

については、特に制限はない。例えば、間隙を挟みつつあらかじめ短絡させた2種の金属体を微生物を含む被検液中に浸漬してもよく、間隙を挟んで配置された2種の金属体を微生物を含む被検液に浸漬した後に短絡させてもよい。

以下に、実施例を用いて本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらのみに限定されるものではない。

### 実施例8

本実施例を図面を参照しながら説明する。

径が $50\text{ }\mu\text{m}$ の金線を用いて織った開口率50%の金メッシュ41、ポリエチレンテレフタレート製の厚さ約 $100\text{ }\mu\text{m}$ の不織布スペーサ(電気絶縁性構造体)42、厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ の鉄箔43を、図11に示すように積層し、微生物濃度濃縮セル( $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ )46を作製した。

ついで、図12に示すように、このセル5枚を星形方向に配するように併置した後、各セルの金メッシュ41の一端と鉄箔43の一端を短絡させて短絡部を形成し、本発明の微生物濃縮装置47とした。なお、金メッシュ41および鉄箔43には、それぞれ短絡部を形成する端子部44または45を設けた。

つぎに、微生物として大腸菌を約 $1000\text{ c f u}/\text{ミリリットル}$ 含む微生物懸濁液(1リットル)の中に、得られた微生物濃度濃縮装置を静かに浸漬した。この浸漬により、不織布スペーサ42の間隙に前記懸濁液が流入し、微生物は約 $2\text{ }\mu\text{m}/\text{sec}$ の速さで鉄箔43方向に移動した。

### 実施例9

鉄箔 4 3 に代えて、表面に微生物吸着層としてシリカゲルを配置した厚さ 100  $\mu\text{m}$  の亜鉛箔を用いたほかは、実施例 8 と同様にして微生物濃縮セルおよび微生物濃縮装置を作製した。

ついで、実施例 8 と同様にして評価したところ、実施例 1 と同様の効果を得た。

#### 実施例 10

径が 50  $\mu\text{m}$  の金線を用いて織った開口率 50 % の金メッシュ、ポリエチレンテレフタレート製の厚さ約 100  $\mu\text{m}$  の不織布スペーサ、径が 100  $\mu\text{m}$  の鉄線を用いて織った開口率 50 % の鉄メッシュ、および表面に微生物吸着層としてシリカゲルを配置した厚さ 100  $\mu\text{m}$  の亜鉛箔を積層し、微生物濃縮セルを作製した。ついで、金メッシュの一端と鉄メッシュの一端、および鉄メッシュの一端と亜鉛箔の一端とをそれぞれ短絡させ、本発明の微生物濃縮装置とした。

ついで、実施例 8 と同様にして評価したところ、実施例 8 と同様の効果を得た。

本発明の微生物濃縮装置によれば、微生物を含む被検液の濾過と再抽出により微生物濃縮を行っていた方法に較べ、少ない工程数で、簡易かつ短時間に定量性よく安定して前記被検液中の微生物濃縮を行うことができる。

また、除菌装置として利用すれば、外部電源などの装置を用いることなく、簡潔に微生物の除去ができるという効果を奏する。

#### ②血液成分誘引装置および血液成分誘引装置

さらに本発明は、間隙を挟んで互いに対向して配置された酸化還元電位の異なる 2 種以上の電極、および前記電極同士を短絡させる回路を具

備する血液成分誘引セルからなり、前記間隙に血液試料を保持し、血液試料に含まれる血球成分および／または微生物を、前記電極同士を短絡させて酸化還元電位の高い電極から酸化還元電位の低い電極に向けて移動させることにより、前記血液試料から血球成分および／または微生物を分離、除去する血液成分誘引装置を提供する。

この場合、タンパク質で被覆された粒子を含む被検液が、血球成分および／または微生物を含む血液試料に対応する。

前記血液成分誘引装置においては、前記セルが、酸化還元電位の高い電極付近の一端に前記血液試料の導入部、他端に前記血液試料の排出部または保持部を有し、さらに酸化還元電位の低い電極付近に、血液試料に含まれる微生物の排出部、血液試料に含まれる微生物の吸着部、および／または血液試料に含まれる血球成分の吸着部を有するのが有効である。

また、前記間隙に、前記血液試料中の血液成分が移動することができる電気絶縁性構造体を有するのが有効である。

また、前記電極が、メッシュ状、網状、膜状、線状、ブラシ状または多孔体状であるのが有効である。

また、酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、前記間隙に前記血液試料を流入させることのできる形状を有するのが有効である。この形状としては、多孔体状、メッシュ状またはブラシ状であるのが有効である。

また、酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、血液試料に含まれる血球成分および／または微生物を透過し得る膜状であり、前記血液試料が移動することのできる電気絶縁性構造体の表面に積層されているのが有効である。

また、前記血液成分誘引セルを複数個有するのも有効である。

さらに本発明は、(a) 間隙を挟んで酸化還元電位の異なる2種以上の電極を互いに対向させて配置する工程、(b) 前記間隙に血液試料を導入する工程、(c) 前記電極同士を短絡させることにより、酸化還元電位の高い電極から酸化還元電位の低い電極の方に血液試料に含まれる血球成分または微生物を移動させる工程、ならびに(d) 工程(c)により血球成分が分離した血液試料または微生物が除去された血液試料を回収する工程を含む血液成分誘引方法をも提供する。

上述のように、本発明者らは、種々の金属からなる電極を用いて鋭意実験を行ったところ、それぞれ異なる材料の電極を2つ用いれば、電極間に強制的に電圧を印加しなくとも、単に両電極を短絡させるだけで血液試料中に含まれる微生物を移動させることができた。また、微生物だけでなく、血液試料中の血球成分をも移動させることができた。

そして、本発明者らは、前記の種類の異なる金属体が異なる酸化還元電位(イオン化傾向)を有する点に起因して、血液試料中に含まれる微生物を一方の金属体から他方の金属体の方向に移動することをつきとめた。さらに、上記酸化還元電位の違いに起因して、血液試料中に含まれる血液中の血球成分が一方の金属体から他方の金属体の方向に移動することをつきとめた。

具体的には、酸化還元電位の高い(イオン化傾向の小さい)金属体から酸化還元電位の低い(イオン化傾向の大きい)金属体に向かって、血液試料中に含まれる微生物および血球成分が移動する。

すなわち、本発明に係る血液成分誘引装置は、このような検討の結果として得られた酸化還元電位に関する新たな知見に基づいて完成したものである。

本発明は、間隙を挟んで互いに対向して配置された酸化還元電位の異なる2種以上の金属体、および前記金属体同士を短絡させる短絡部を具

備する血液成分誘引セルからなり、前記間隙に血液試料を保持し、前記金属体同士を短絡させて酸化還元電位の高い金属体から酸化還元電位の低い金属体に向けて血液試料に含まれる血球成分および／または微生物を移動させることにより、前記血液試料から血球成分および／または微生物を分離、除去する血液成分誘引装置である。

なお、本発明における「血液試料」とは、血液そのものだけではなく、例えば生理食塩水で希釈した血液、成分血液、純水、浸透圧調整液、さらに生活環境中の水、雑菌を含む汚水または体液成分を含む液などの液体と血液または成分血液とを混合した液体をも含む概念である。さらに、ある程度の粘性を有してもいいという観点から、広く流体をも含む概念である。

また、本発明の血液成分誘引装置によれば、血液試料中の血球成分だけでなく、微生物が含まれていればその微生物も分離、除去できる。したがって、血球成分または微生物のみを分離、除去するだけでなく、両者を同時に分離、除去することもできる。

以下、理解の容易のため、前記セルが2種の金属体を含む場合に代表させて、本発明に係る血液成分誘引装置について説明する。

本発明において用いる前記金属体は、いわゆる電極としての役割を果たす。2種の金属体の組み合わせとしては、酸化還元電位の異なるものの組み合わせであればよいが、特に血液試料中に含まれる血球成分および微生物の移動を確実にするという点から、酸化還元電位差が1.0V程度であるのが好ましい。

ここにおいて用いることのできる金属体およびその酸化還元電位（水溶液中における標準電極電位E<sup>o</sup>（25℃））は、上記表2に示したとおりである。

このような金属体の構造および形状としては、特に制限はなく、例え

ば血液試料中に含まれる血球成分または微生物を透過し得るメッシュ状、膜状、線状、ブラシ状、板状、棒状、多孔体状などがあげられる。また、金属焼結体であってもよく、メッキ、蒸着、CVDまたはスパッタリングで作製したものでもよい。

さらに、繊維状の金属を用いる場合は、天然繊維や合成繊維と金属繊維とを混紡してメッシュ状または不織布状の電極としてもよい。

ただし、本発明においては、酸化還元電位の高い金属体から酸化還元電位の低い金属体の方に血液試料中に含まれる血球成分または微生物を移動（泳動）させることから、酸化還元電位の高い金属体の付近に血液試料の導入部および排出部を設け、さらに、酸化還元電位の低い金属体付近に血液試料中に含まれる血球成分もしくは微生物の排出部または吸着部を有するのが好ましい。

かかる観点から、酸化還元電位の最も低い金属体以外の金属体が、前記間隙に前記血液試料を流入させることのできる形状であるのが好ましい。例えば多孔体状、メッシュ状およびブラシ状があげられる。例えば、金属製細線や、表面を金属処理した繊維からなる織物、メッシュまたはブラシとすればよい。前述のように、天然繊維や合成繊維と混紡してもよい。

もちろん、酸化還元電位の低い金属体もこれらのような構造および形状を有していても構わない。

また、前記間隙には、前記血液試料中の血液成分などが移動することのできる電気絶縁性構造体を配するのが好ましい。これは、血液試料を前記間隙に捕捉しやすくすることによって、血液試料中に含まれる血球成分または微生物除菌や、血液成分の分離を効率よく行わせること、および血液試料が外部に散乱することをできる限り防ぐことができるからである。

このような電気絶縁性構造体としては、例えば不織布、織布、連続発泡体、紙などがあげられる。また、この構造体を構成する材料としては、綿あるいは、ポリエチレンテレフタレートなどのポリエステル、ポリプロピレンなどの熱可塑性樹脂があげられる。

このような電気絶縁性構造体は、使用後には血液試料中に含まれる血球成分または微生物を捕捉しているため、新しいものと取り替えられるようにしておくことができる。

特に、前述のように、酸化還元電位の最も低い金属体以外の金属体を、血液試料中に含まれる血球成分または微生物透過可能な膜状とした場合には、前記血液試料が移動することのできる電気絶縁性構造体の表面上に積層するのが好ましい。

つぎに、本発明の血液成分誘引装置を構成する前記セルは、2種の金属体を電気的に短絡させる短絡部を有する。前記2種の金属体を短絡させることにより、酸化還元電位の異なる金属体間に電場が生じ、血液試料中に含まれる血球成分および／または微生物を移動させることができる。

このような短絡部は、血液試料を導入する前にあらかじめ短絡してもよく、また血液試料を導入してから短絡させることができるようにしてよい。

前記短絡部は、短絡部と前記金属体との間において電位差により血液試料中に含まれる血球成分および／または微生物の移動が起きないように、血液試料と接触しないように構成するのが好ましい。例えば、前記各金属体からそれぞれの金属で構成されるリード線を導きだして接続すればよい。

また、前記セルにおいては、酸化還元電位の高いほうの金属体付近に存在する血液試料中の血球成分および／または微生物濃度が下がるため、

その金属体近傍の一端に血液試料を導入（流入）させる導入部を設け、同金属体近傍の他端に血球成分および／または微生物濃度の低減された血液試料の排出部を設けるのが好ましい。

一方、酸化還元電位の低い金属体付近には、電場により血液試料中に含まれる血球成分および／または微生物が移動して濃縮された血液試料の排出部を設けるのが好ましい。

さらに、酸化還元電位の低い金属体付近には、血液試料中に含まれる血球成分および／または微生物の吸着部を設けるのが好ましい。この吸着部は、酸化還元電位の低い金属体に、例えばシリカゲル、高分子吸収体などを層状に吸着させて形成することができる。さらに血液試料を吸収する吸水層を設けてもよい。

以上のように、ここでは、2種の金属体を用いる場合について説明したが、3種以上の金属体を用いる場合についても、同様の方法で血液試料中に含まれる血液成分誘引セルを作製することができる。

例えば、酸化還元電位の最も高い金属体、電気絶縁性構造体、2番目に酸化還元電位の高い金属体、電気絶縁性構造体、・・・・・電気絶縁性構造体、酸化還元電位の最も低い金属体の順に積層させた構造をとることができる。

さらに、金属体の配置を適宜変更し、複数の金属体付近から血液試料を導入し、別の複数の金属体付近から除菌あるいは血球成分分離後の血液試料を取り出すように設計することも可能である。

上述のように、本発明の血液成分誘引装置は、基本的には、前述のような血液成分誘引セルからなる。

したがって、本発明の血液成分誘引装置は、前記血液成分誘引セルを複数個有していてもよい。この場合、複数のセルを互いに機械的に連結し、各セルの短絡部を单一のスイッチで開閉できるようにしてよい。

また、各セルの血液導入部を連結して单一の導入部を構成してもよい。血球成分または微生物濃度の低減された血液試料の排出部、および血球成分または微生物濃度が誘引された血液試料の排出部についても同様である。

本発明は、前述した血液成分誘引装置の原理を用いた血液成分誘引方法にも関する。

具体的には、(a) 間隙を挟んで酸化還元電位の異なる2種以上の金属体を互いに対向させて配置する工程、(b) 前記間隙に血液試料を導入する工程、(c) 前記金属体を短絡させる工程、ならびに(d) 前記工程(b)および(c)により酸化還元電位の高い金属体から酸化還元電位の低い金属体の方に血液試料中に含まれる血球成分および/または微生物が移動することによって除菌した血液試料を回収する工程を含む血液成分誘引方法に関する。

これらの工程は、前述した本発明の血液成分誘引装置の説明にしたがって行えばよいが、工程(a)、工程(b)および工程(c)の順番については、特に制限はない。例えば、間隙を挟みつつあらかじめ短絡させた2種の金属体を血液試料中に浸漬してもよく、間隙を挟んで配置された2種の金属体を血液試料に浸漬した後に短絡させてもよい。

上述のような構成を有する本発明の血液成分誘引装置は、例えば救急絆創膏、生理用ナプキン、医療用絆創膏、滅菌ガーゼ、滅菌シーツ、さらに具体的には、創傷保護用ドレッシング、カテーテル固定用パッド、止血用絆創膏、滅菌スキンクロージャー、滅菌ラミシーツ、ディスポーズブル手術着などの物品に応用することができる。

特に、救急絆創膏に応用する場合には、傷口付近を除菌し、酸化還元電位の低い金属体の近傍に微生物を誘引するため、殺菌剤を酸化還元電位の低い金属体表面に塗布して殺菌層を設けるのが有効である。また、

生理用ナプキンに応用する場合には、湿分を吸収するために、吸水性樹脂からなる吸水層を設けるのが有効である。

また、本発明の血液成分誘引装置の形状および寸法などは、特に限定されるものではなく、適用される物品の形状および寸法に合わせて、適宜調整すればよい。

以下に、実施例を用いて本発明に係る血液成分誘引装置をより具体的に説明するが、本発明はこれらのみに限定されるものではない。

### 実施例 1 1

図面を参照しながら、本発明の血液成分誘引装置を救急絆創膏に応用した例を説明する。

図13は、本発明の血液成分誘引装置の一実施例に係る救急絆創膏の構成図である。図13に示すように、本発明に係る救急絆創膏においては、径が  $10 \mu\text{m}$  の金線と組織と粘着しにくい合成繊維とを混紡したメッシュ状電極51（酸化還元電位の高い金属体）と、組織と粘着しにくくかつ親水性の繊維をメッシュ状に加工したスペーサ52（2枚）とを積層した。スペーサ52は、電気絶縁性の高いものとした。また、スペーサ52の下には、チタンの細線をメッシュ状に加工した誘引電極53（酸化還元電位の低い金属体）を配し、スペーサ52と同じ材質および構造の保護層54を最上面に配した。スペーサ52の誘引電極53側には、殺菌剤を塗布し、殺菌層を形成した。このような構造で、血液成分誘引セルを構成した。このセルの誘引電極53の外側に片面に粘着剤を設けた塩化ビニル製のテープ56を設け、メッシュ状電極51と誘引電極53を血液が接しない部分で短絡した救急絆創膏を作製した。

このような救急絆創膏における、血液試料中の血液成分および／または微生物の分離、除去の原理は以下のとおりである。

すなわち、傷口付近の血液中には、傷口周囲あるいは周辺皮膚からの雑菌で汚染されている。この汚染された血液および傷口が、保護層 5 4 を透過してメッシュ状電極 5 1 に浸透する。上記で説明したように、短絡された異種金属を間隙を介して対向させると酸化還元電位の高い金属から酸化還元電位の低い金属に向かって、血液中の血球成分および／または雑菌が移動する。ここで酸化還元電位の高い電極としてメッシュ状電極 5 1 を用い、酸化還元電位の低い電極として誘引電極 5 3 を、金属間に設けられた間隙としてスペーサ 5 2 を利用することで、血液中に含まれる雑菌は誘引電極 5 3 の近傍に誘引される。これにより、傷口付近が除菌される。

ここで用いるセルの大きさは、使用する傷口の部位および大きさで異なるが、少なくとも  $10\text{ mm} \times 20\text{ mm}$  の大きさであるのが好ましい。誘引電極 5 3 の近傍のスペーサ 5 2 に塗布した殺菌層 5 5 により、除菌効果がさらに確実性を増す。

なお、異種金属の組み合わせとして、金－チタンについて説明したが、酸化還元電位の差が  $0.7\text{ V}$  程度であり実用上問題はなかった。上記以外の組み合わせとして、金－ステンレス、銅－亜鉛の組み合わせも使用できる。

微生物を含む血液試料として、大腸菌を約  $1000\text{ c f u}$  /ミリリットル含む血液 ( $0.5\text{ ミリリットル}$ ) を上記セルの保護層 5 4 に滴下した。その後、血液の流れと大腸菌の動きを観察した。その結果、スペーサ 5 2 の間隙に前記血液が流入し、血液中に含まれる大腸菌が約  $2\text{ } \mu\text{m}$  /sec の速さで誘引電極 5 3 の方向に移動したことが確認された。

## 実施例 1 2

図面を参照しながら、本発明の血液成分誘引装置を生理用ナプキンに

応用した例を説明する。

図14は、本発明の血液成分誘引装置の一実施例に係る生理用ナプキンの構成図である。図14に示すように、本発明に係る生理用ナプキンにおいては、径が $10\text{ }\mu\text{m}$ の金線と、組織と粘着しにくい合成纖維とを混紡したメッシュ状電極60と、組織と粘着しにくくかつ親水性の纖維をメッシュ状に加工したスペーサ61（2枚）とを積層した。スペーサ61は、電気絶縁性の高いものとした。また、スペーサ61の下には、チタンの細線をメッシュ状に加工した誘引電極62を配し、最上面にはメッシュ構造を有し、かつ撥水性材料からなる保護層63を設けた。さらに、スペーサ61の誘引電極62側には、吸水性樹脂からなる吸水層64を設けた。

このような構造で、血液成分誘引セルを構成した。このセルの誘引電極62の外側に水不透過性シート65を設けて、生理用ナプキンを作製した。

このような生理用ナプキンにおける、血液試料中の血液成分および／または微生物の分離、除去の原理は以下のとおりである。

すなわち、汚染された血液が、保護層63を透過し、メッシュ状電極60に浸透する。上記で説明したように、短絡された異種金属を間隙を介して対向させると酸化還元電位の高い金属から酸化還元電位の低い金属に向かって、血液中の血球成分および／または雑菌が移動する。ここで酸化還元電位の高い電極としてメッシュ状電極60を用い、酸化還元電位の低い電極として誘引電極62を、金属間に設けられた間隙としてスペーサ61を利用することで、血液中に含まれる雑菌および／または血球成分は誘引電極63の近傍に誘引される。その結果、赤い色の赤血球を含む血球成分の分離とともに、血液中の雑菌が除去される。

ここで用いるセルの大きさは、使用する傷口の部位及び大きさで異なる。

るが少なくとも 20 mm × 50 mm の大きさである。

なお、異種金属の組み合わせとして、金-チタンについて説明したが、酸化還元電位の差が 0.7 V 程度であり、実用上問題ない。上記以外の組み合わせとして、金-ステンレス、銅-亜鉛の組み合わせも使用できる。

また電極の材料として金属メッシュを例に説明したが金属線、多孔質金属、金属泊加工体、蒸着などの手段で表面を金属の層あるいは膜に加工した表面処理加工物であっても同様の効果を得ることができる。さらに、前記金属体が多孔体状、メッシュ状またはブラシ状であっても同様の効果が得られる。

本発明の血液成分誘引装置によれば、血液試料中に含まれる微生物の殺菌を行っていた従来法に較べ、簡単な構造および少ない工程数で、簡易かつ短時間に安定して血液試料中の微生物の除去または血球成分の分離を行うことができる。

また、除菌装置として利用すれば、外部電源などの装置を用いることなく、簡潔に血液試料中に含まれる微生物の除去ができるという効果を奏する。

### ③熱交換器を備えた電気機器

また、本発明は、熱交換器と間隙を挟んで対向し、かつ前記熱交換器から流出される結露水中に前記熱交換器の表面とともに前記結露水に接する位置に配置された金属体と、前記熱交換器と前記金属体を電気的に短絡させる短絡部を有し、前記熱交換器と前記対向部材間に存在する微生物を前記電極体方向へ移動させるために前記金属体表面と前記熱交換器表面の酸化還元電位とが異なることを特徴とする熱交換器を備えた電気機器を提供する。

この電気機器においては、熱交換器がアルミニウムから構成され、金属体が金属チタンから構成されるのが有効である。

また、金属チタンは熱交換器からの結露水流路でドレン水排水口迄の間に設置し、ドレン水は排水管との間に水切りがあり最終排水とは電気的に絶縁されているのが有効である。

### 実施例 1 3

本実施例を図15とともに説明する。

図15は本発明の空調機における熱交換器部分の概略斜視図である。50 μmのチタン線を開口率50%でメッシュ状に織った、金属体となるチタンメッシュ71、チアベンゾイミダゾール(TBZ)、第4アンモニウム塩、銀系抗菌剤などの抗黴剤および抗菌剤で表面処理した親水性かつ透水性の紙などからなる繊維の不織布72、親水性不織布72をチタンメッシュ71に固定させるためのポリプロピレン製の厚さ約100 μmの不織布73を積層した。得られた積層体を、結露水の流れ落ちる熱交換器の放熱アルミフィン74下部に設置する。チタンメッシュ71は熱交換器の放熱アルミフィン74とともに電気的に短絡させ、共に接地されている。

上記構成の空調機装置は、少なくともその一端を結露水受け皿(ドレンパン)に接し、ドレンパン内の結露水も電気的に接地レベルに接続されている。ドレンパンから排出される結露水は、逆流を防ぐための水切りを行うことで、最終排水先の排水栓から電気的に絶縁されている。

この構成により、熱交換器(アルミニウム)表面の微生物は金属体(チタン)表面に移動し、チタン表面の親水性材料に吸着されると共に、その材料中に含まれる抗菌抗黴成分により、微生物の増殖が抑止される。

微生物を上記空調機装置で除去された結露水は、ドレンパンに集合し

た後排水樹に排出される。熱交換器（アルミニウム）表面が電気的に接地されているため、金属体（チタン）表面に微生物の移動は生じるが、排水樹とドレンパンは水切りにより物理的にも電気的に絶縁されているため、微生物は排水樹からの移動は生じない。

この現象は、電源を必要とせず、微生物の増殖の可能性が出る結露水が生じる際にのみ発揮されるため、空調機の運転とは関係なく常にアルミニウム表面から微生物を除去できる。

さらに、本構成の空調機装置は、空調機本体から着脱容易で、その中の親水性不織布72は、取り替え可能な構造である。この親水性不織布に処理された抗菌抗黴剤の有効性が低減し、かつ不織布内に吸着保持された微生物が増加したときには、この不織布72を新品に取り替えることで、効果を復元することが可能となる。

### 産業上の利用の可能性

上述のように、本発明に係るタンパク質で被覆された粒子を移送させる電気化学装置は、微生物濃度濃縮装置、除菌装置、血液成分誘引装置および熱交換器を備えた電気機器などに応用することができる。

さらに、本発明に係る電気化学装置は、調理器、洗濯機、浄水器、製氷機および加湿器などの家電製品、風呂、熱交換器および中水道などの設備製品、ならびに紺創膏、生理用品および手術用ガーゼなどの医療用品、さらに携帯用飲料水浄化装置、雨水タンクおよび下水処理システムなどにも応用することができる。

## 請　求　の　範　囲

1. タンパク質で被覆された粒子を含む液体に接する少なくとも  $n$  ( $n \geq 2$ ) 個の電極、および前記液体が電気分解しない範囲の電位差を前記各電極間に生じさせる回路を具備し、前記粒子を電気泳動により前記電極の並ぶ方向に移動させることを特徴とするタンパク質被覆粒子移動用電気化学装置。
2. 前記回路が、前記液体が電気分解しない範囲の電圧を前記  $n$  個の電極に順次一定の方向に掃引印加する回路であり、前記粒子を電気泳動により前記方向に移動させることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の電気化学装置。
3. 前記タンパク質で被覆された粒子が微生物および／または血球成分であり、微生物および／または血球成分濃度を濃縮した液体を得ることを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の電気化学装置。
4. 前記液体が前記電極間を流れる構造を有し、各電極への電圧印加方向と前記液体の流れる方向が垂直であることを特徴とする請求の範囲第 3 項記載の電気化学装置。
5. 前記電極が渦巻き型電極であり、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心点に向かうように、前記電極が配置されていることを特徴とする請求の範囲第 3 項記載の電気化学装置。
6. 前記電極がらせん型電極であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極が配置されていることを特徴とする請求の範囲第 3 項記載の電気化学装置。
7. 前記電極がシート状多孔質電極であり、前記電極とシート状多孔質スペーサの積層体を、前記電極およびスペーサーの順になるように  $n$  ( $n \geq 3$ ) 個積層して捲回して得られる捲回型電極を有する請求の範囲

第3項記載の電気化学装置。

8. 前記  $n$  個の電極が互いに異なる酸化還元電位を有し、前記回路が前記  $n$  個の電極間を短絡させる回路であり、前記粒子を電気泳動により前記電極の並ぶ方向に移動させることを特徴とする請求の範囲第1項記載のタンパク質被覆粒子移動用電気化学装置。

9. 前記タンパク質で被覆された粒子が微生物および／または血球成分であり、微生物および／または血球成分濃度を濃縮した液体を得ることを特徴とする請求の範囲第8項記載の電気化学装置。

10. 酸化還元電位の高い電極付近に前記液体の導入部および排出部を有し、さらに酸化還元電位の低い電極付近に微生物排出部および／または微生物吸着部を有することを特徴とする請求の範囲第9項記載の電気化学装置。

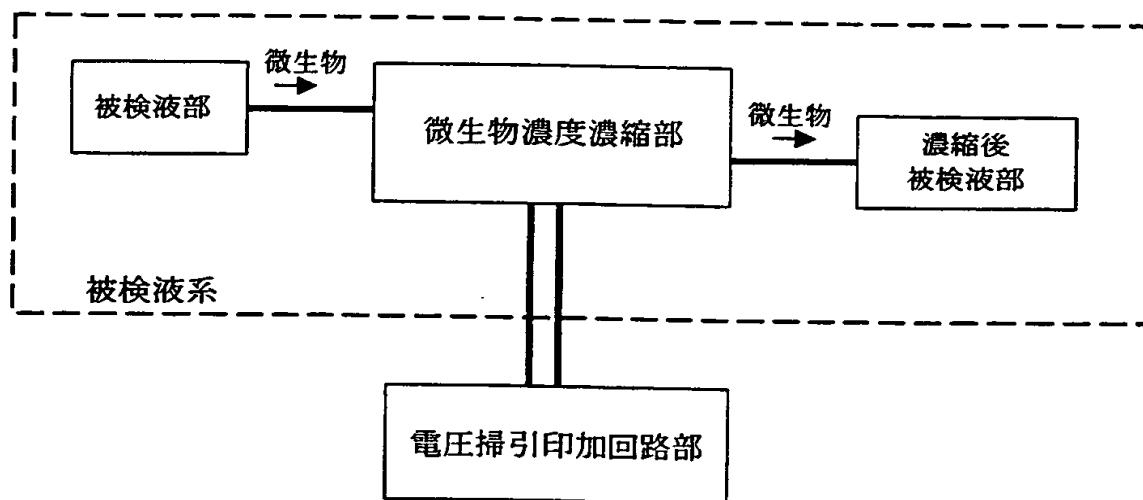
11. 前記電極間の間隙に、前記液体が移動することのできる電気絶縁性構造体を有することを特徴とする請求の範囲第9項記載の電気化学装置。

12. 酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、前記間隙に前記液体を流入させることのできる構造を有することを特徴とする請求の範囲第11項記載の電気化学装置。

13. 前記構造が、多孔体状、メッシュ状またはブラシ状であることを特徴とする請求の範囲第12項記載の電気化学装置。

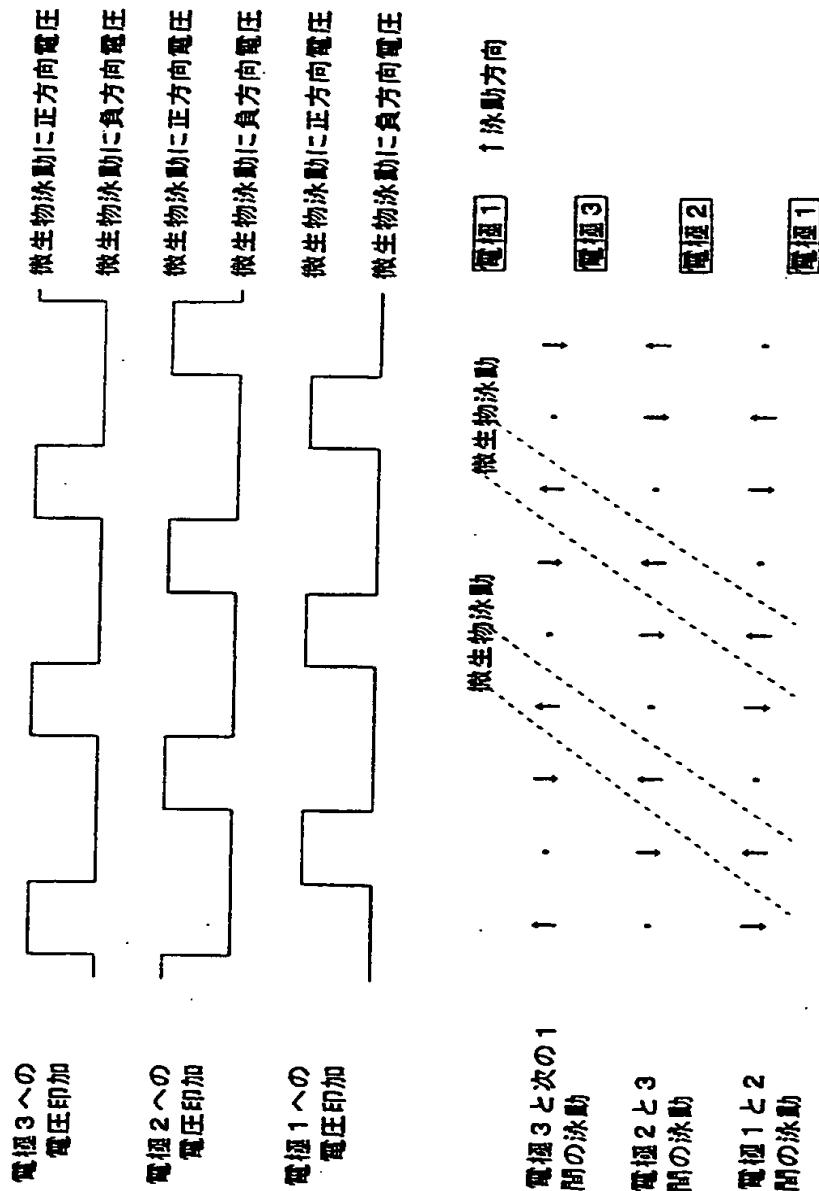
14. 酸化還元電位の最も低い電極以外の電極が、前記液体に含まれる微生物および／または血球成分を透過し得る膜状であり、前記電気絶縁性構造体の表面に積層されていることを特徴とする請求の範囲第11項記載の電気化学装置。

FIG.1



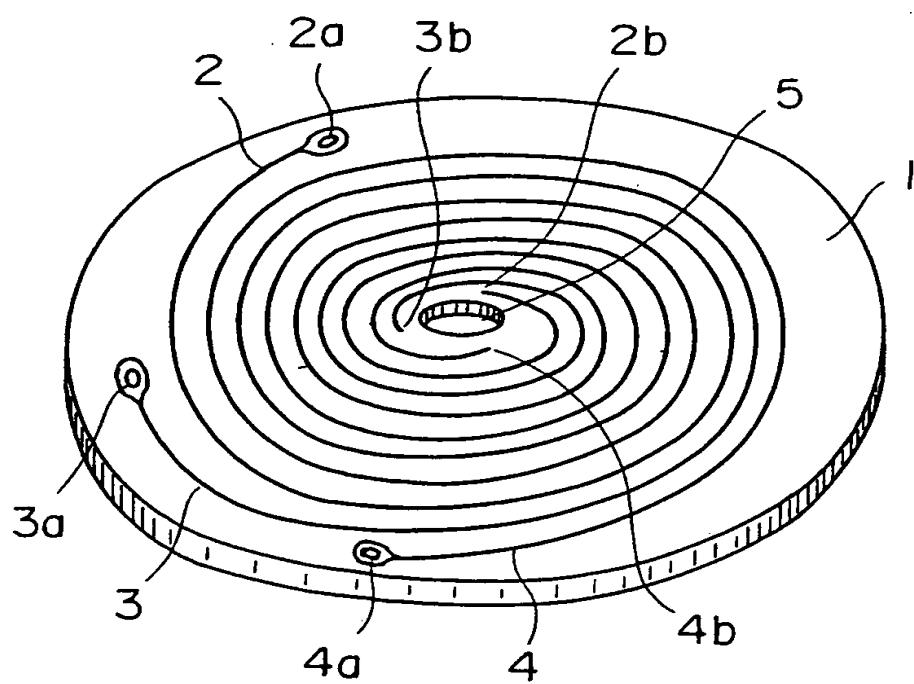
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 2



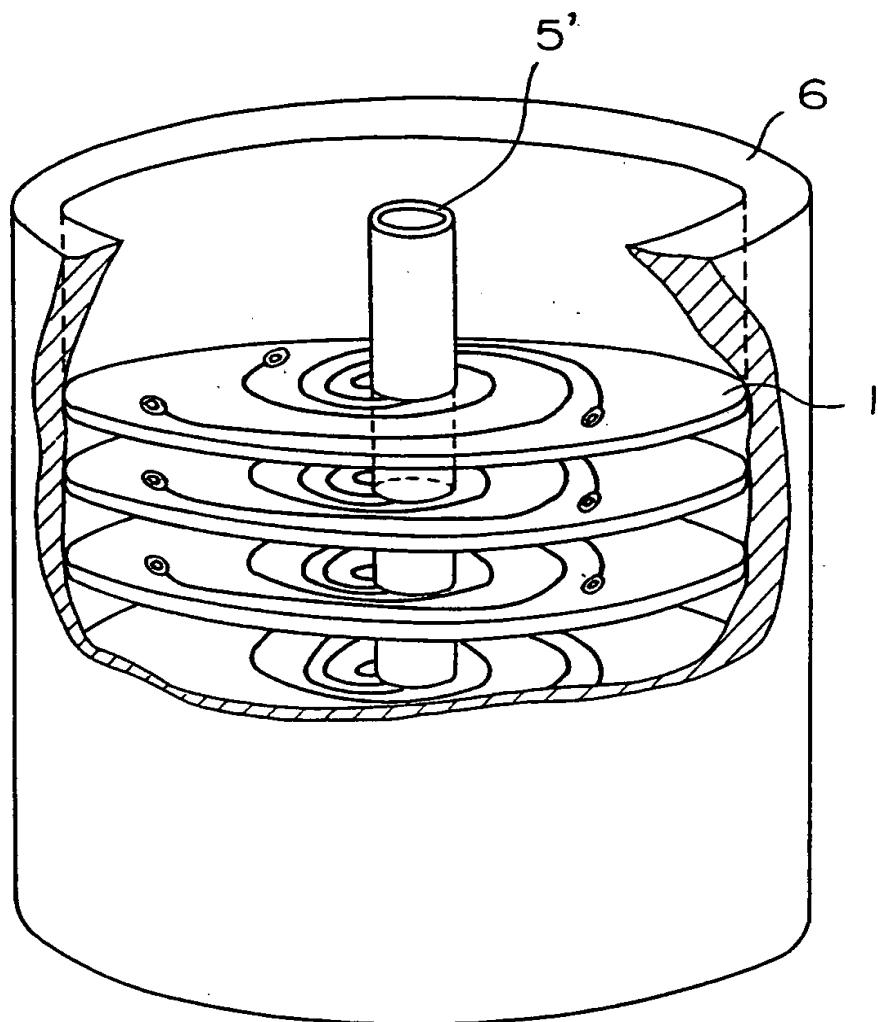
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 5

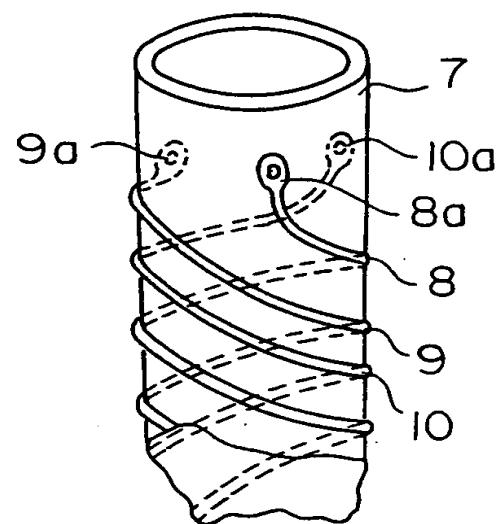
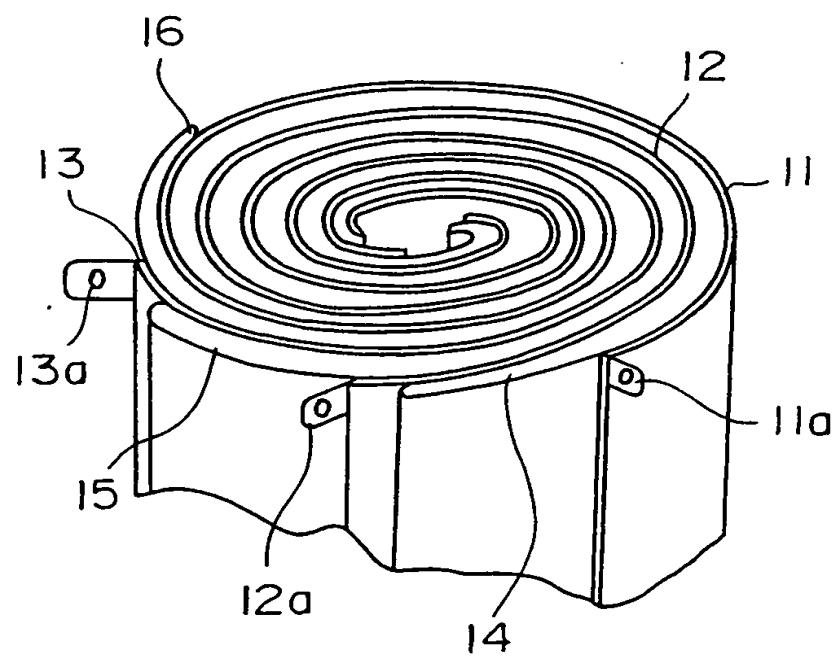
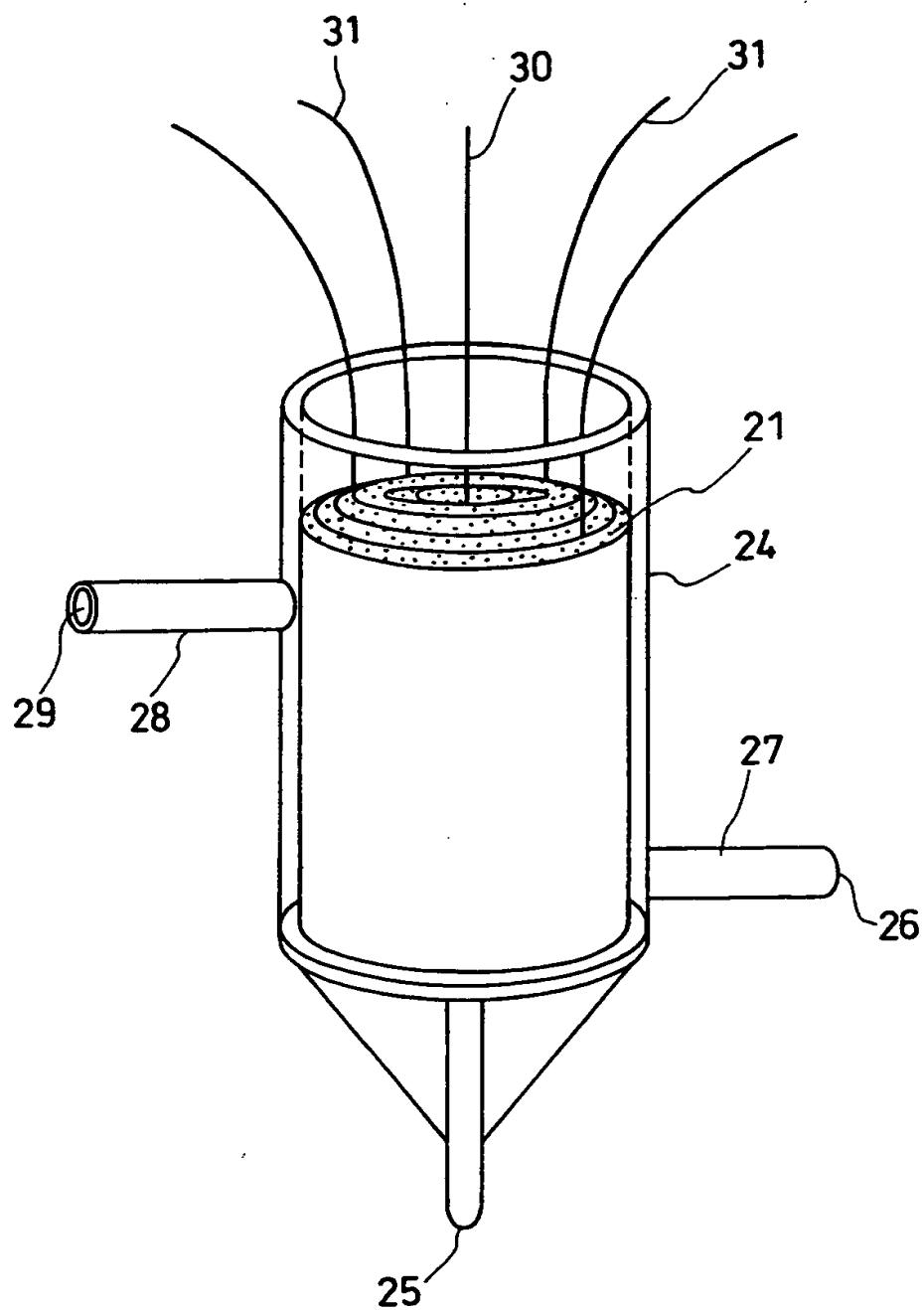


FIG. 6



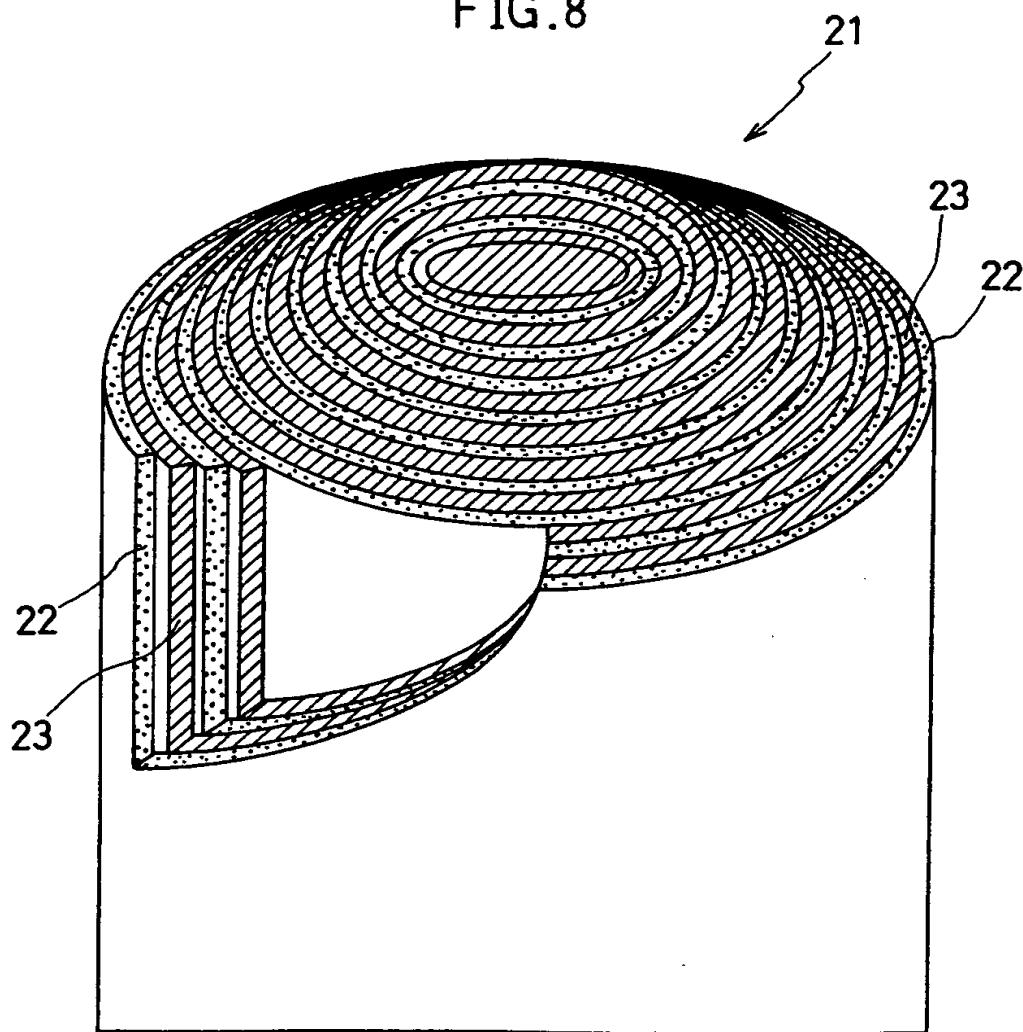
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 7



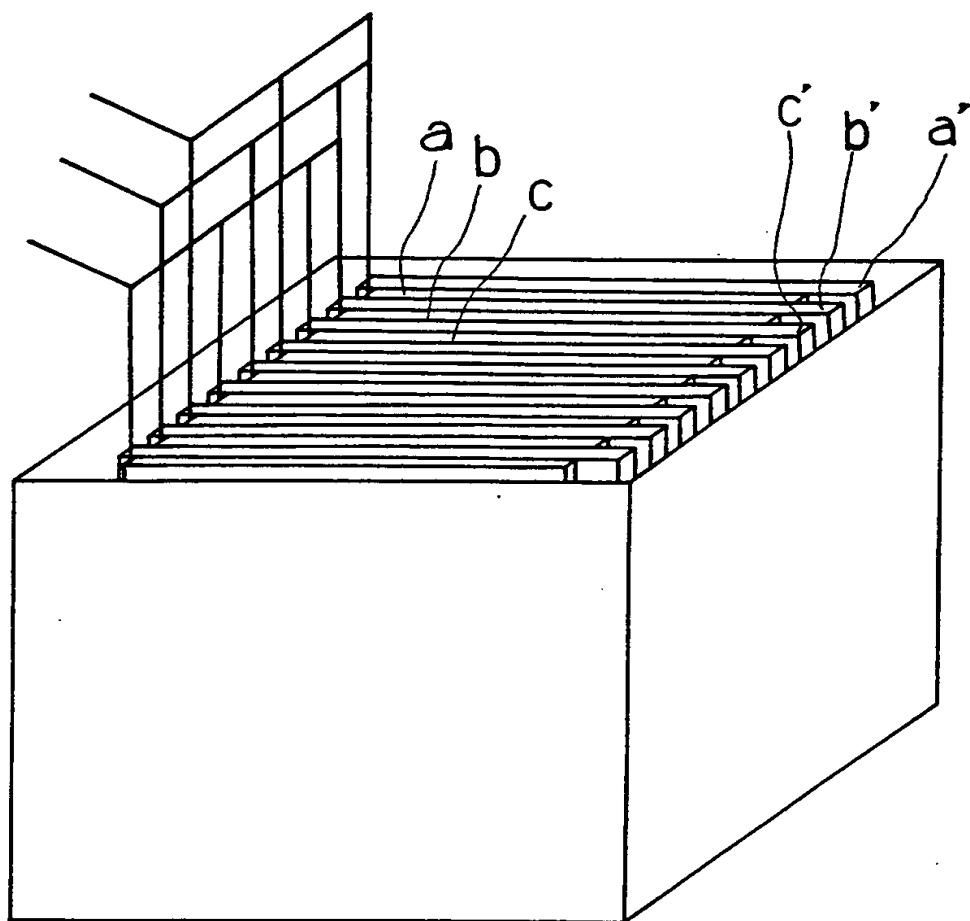
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.8



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

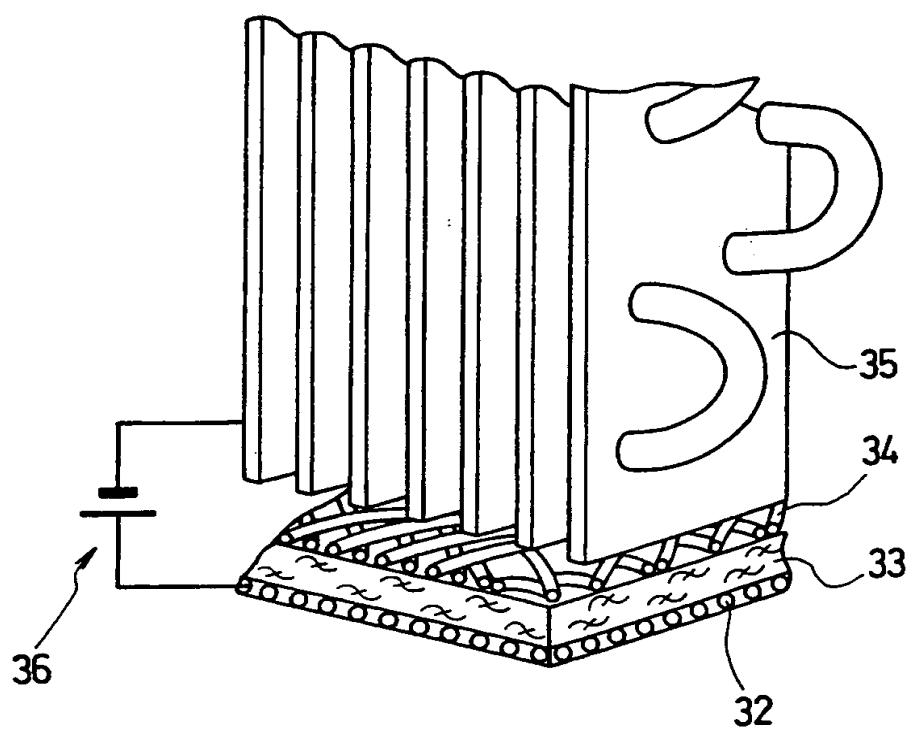
FIG. 9



---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.10



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.11

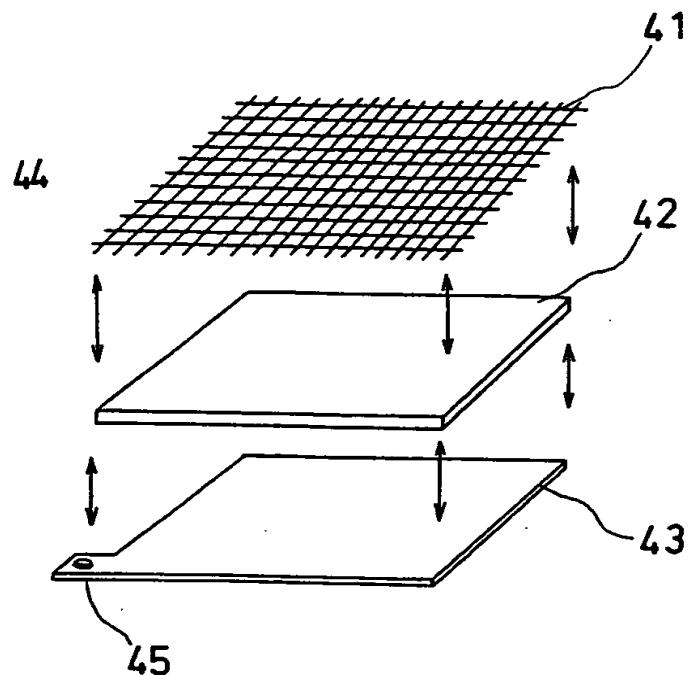
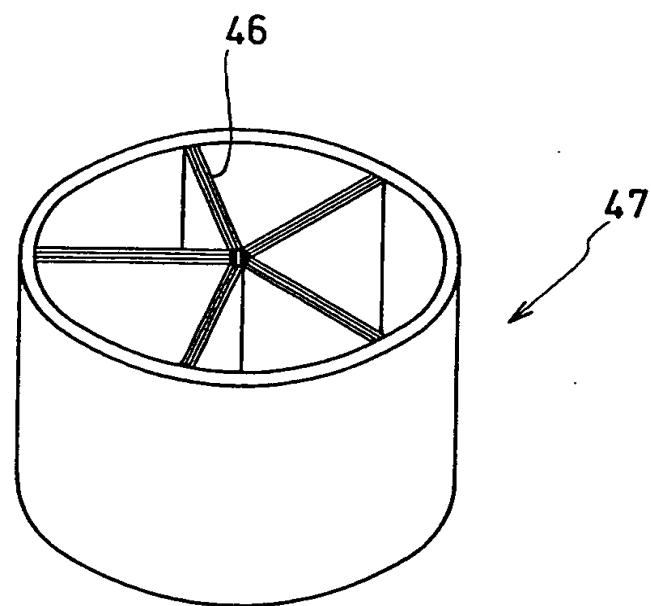
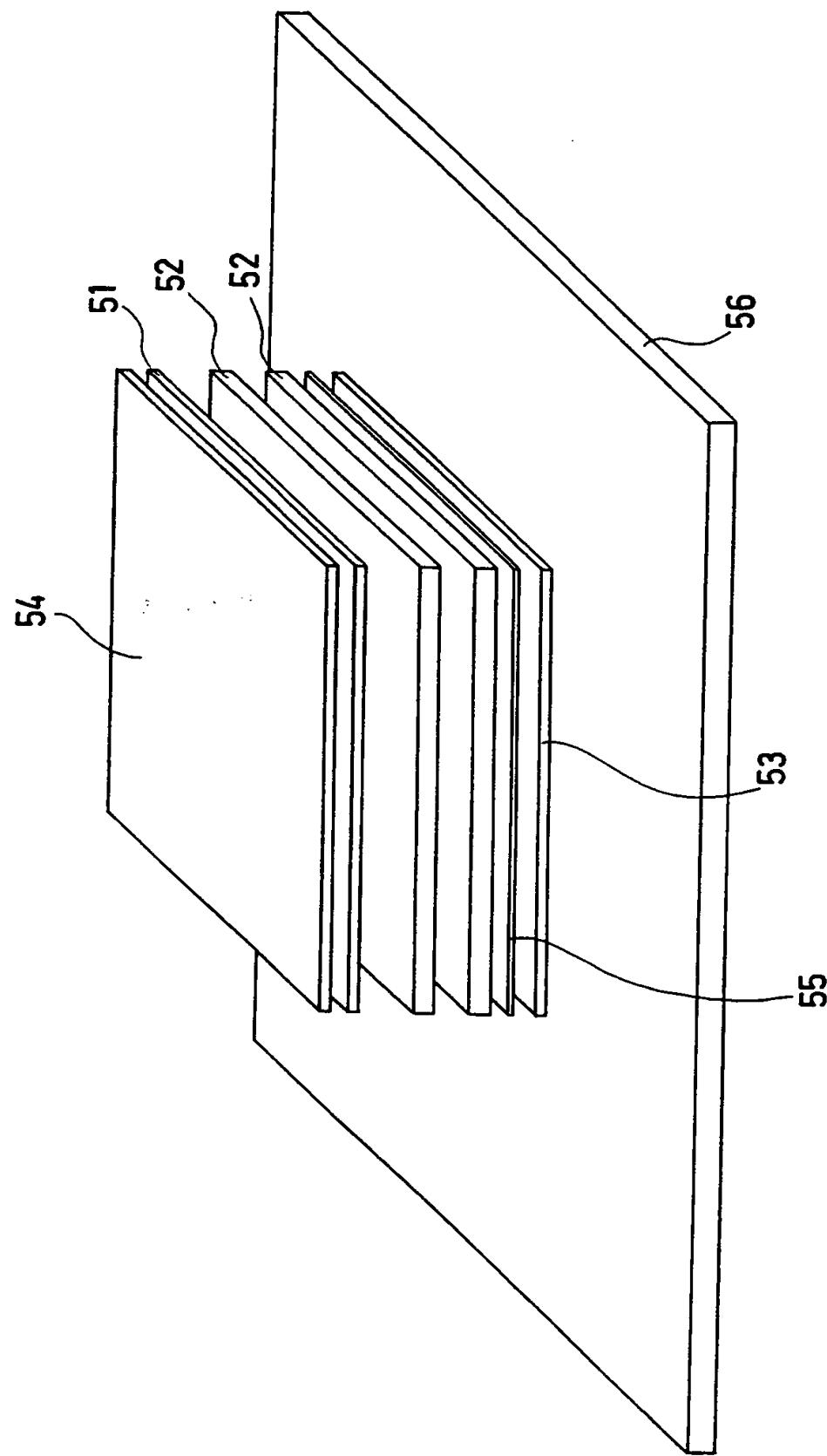


FIG.12

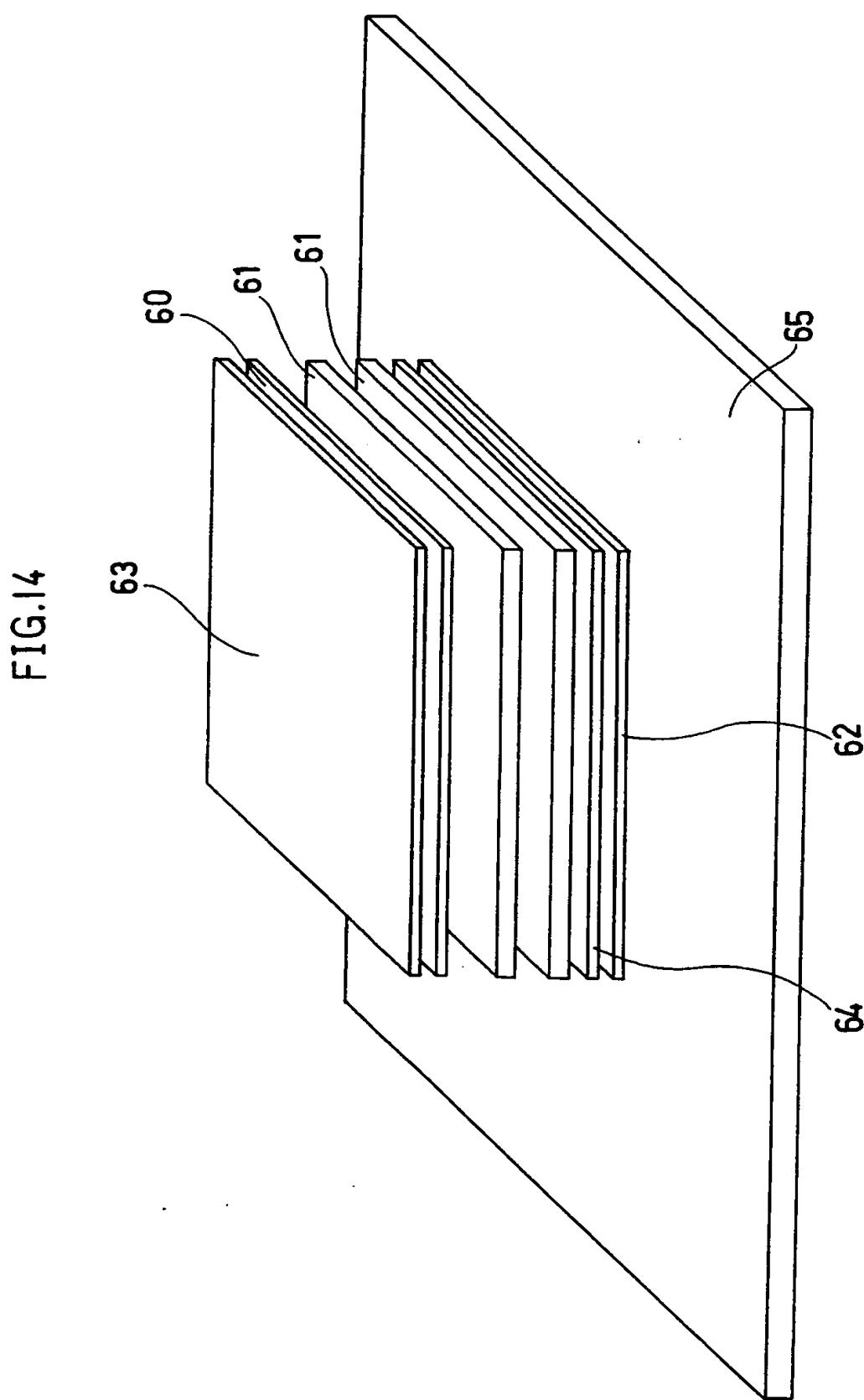


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 13

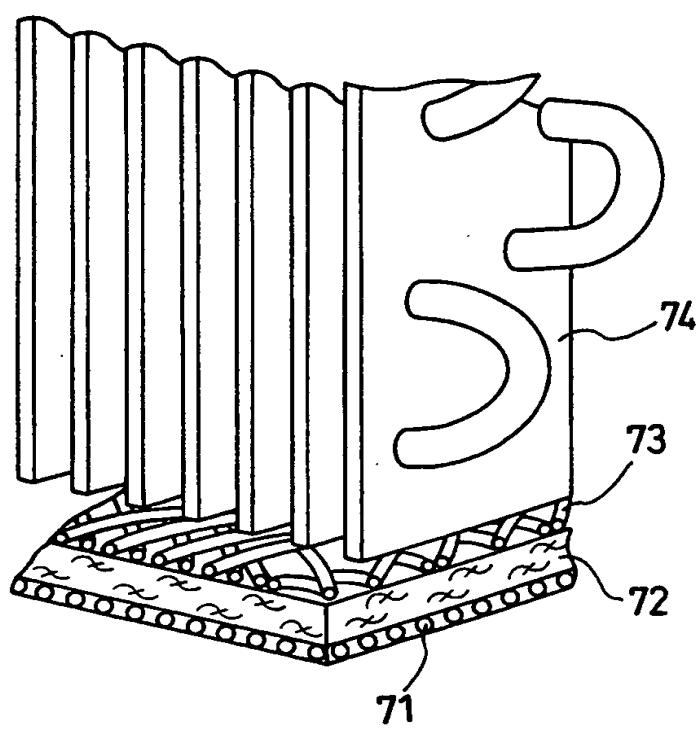


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.15



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03789

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> C12M1/42, C12M1/34, G01N27/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> C12M1/00~1/42, G01N27/26, G01N33/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP, 60-188836, A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 September, 1985 (26.09.85) (Family: none)	1-4, 8, 9, 14 5-7, 10-13
X A	JP, 8-101163, A (Takao TSUDA), 16 April, 1996 (16.04.96) (Family: none)	1 2-14
X A	JP, 4-127049, A (Hitachi, Ltd.), 28 April, 1992 (28.04.92) (Family: none)	1 2-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:            "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance            "E" earlier document but published on or after the international filing date            "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)            "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means            "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone            "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art            "&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  
26 September, 2000 (26.09.00)

Date of mailing of the international search report  
03 October, 2000 (03.10.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. C1' C12M1/42, C12M1/34, G01N27/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. C1' C12M1/00~1/42, G01N27/26, G01N33/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 60-188836, A (富士写真フィルム株式会社) 26	1-4, 8, 9, 14
A	日. 9月. 1985 (26. 09. 85) (ファミリーなし)	5-7, 10-13
X	JP, 8-101163, A (津田孝雄) 16日. 4月. 1996	1
A	(16. 04. 96) (ファミリーなし)	2-14
X	JP, 4-127049, A (株式会社日立製作所) 28日. 4	1
A	月. 1992 (28. 04. 92) (ファミリーなし)	2-14

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 26. 09. 00	国際調査報告の発送日 03.10.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 鈴木 恵理子 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3448 4N 8114

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. C17 C12M1/42, C12M1/34, G01N27/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. C17 C12M1/00~1/42, G01N27/26, G01N33/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 60-188836, A (富士写真フィルム株式会社) 26	1-4, 8, 9, 14
A	日. 9月. 1985 (26. 09. 85) (ファミリーなし)	5-7, 10-13
X	JP, 8-101163, A (津田孝雄) 16日. 4月. 1996	1
A	(16. 04. 96) (ファミリーなし)	2-14
X	JP, 4-127049, A (株式会社日立製作所) 28日. 4	1
A	月. 1992 (28. 04. 92) (ファミリーなし)	2-14

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 09. 00

国際調査報告の発送日

03.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 恵理子

4N 8114



電話番号, 03-3581-1101 内線 3448

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 特許協力条約

E P

U S

P C T

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
〔P C T 18条、P C T規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 P 2 3 2 6 7 - P O	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 3 7 8 9	国際出願日 (日.月.年) 12.06.00	優先日 (日.月.年) 10.06.99
出願人 (氏名又は名称) 松下電器産業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 18条) の規定に従い出願人に送付する。この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。  
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。  
 この国際出願に含まれる書面による配列表

この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2.  請求の範囲の一部の調査ができない (第I欄参照)。

3.  発明の単一性が欠如している (第II欄参照)。

4. 発明の名称は  出願人が提出したものを承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

## 5. 要約は

出願人が提出したものを承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1ヶ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

## 6. 要約書とともに公表される図は、

第 7 図とする。  出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---